

Zur Differenzirung des Geschlechts im Thierreich.

Von

Dr. Moritz Nussbaum,

Privatdocent und Assistent am anatomischen Institut zu Bonn.

Hierzu Tafel I—IV.

Angeregt durch die Arbeiten von la Valette St. George's und gefördert durch sein eifrigstes Interesse entstanden die folgenden Untersuchungen. Sie setzen sich zum Ziele, die Differenzirung des Geschlechts histologisch zu definiren. Man wird demgemäss nur eine Beschreibung des Entwicklungsvorganges, keine experimentelle Prüfung der zahlreichen Hypothesen über die Entstehung des Geschlechts erwarten dürfen. Wir wagen nicht zu erklären warum?, durch welche äusseren und inneren Bedingungen das eine oder das andere Geschlecht sich entwickle; glauben aber über den Ablauf des Vorganges selbst einigen neuen Aufschluss geben zu können.

Was die Form der Darstellung anlangt, so wurde die Einteilung in Kapitel gewählt, um nicht genöthigt zu sein, Zusammengehöriges an verschiedenen Stellen vorzubringen oder Fremdartiges mit einander zu vermischen. Es wird demgemäss im ersten Abschnitt von der Entwicklung der Geschlechtsdrüsen bei den Batrachiern, im zweiten von demselben Vorgange bei den Teleostiern gehandelt werden; ein dritter Abschnitt beschäftigt sich mit den Hüllen der Zeugungstoffe. Der vierte Abschnitt verbreitet sich über die Regeneration der Geschlechtsproducte; der fünfte Abschnitt betrifft das Wesen der sogenannten Leydig'schen Zwischen-substanz des Hodens und der homologen Bildung im Eierstock. In einem beschliessenden allgemeinen Theile werden die in den vorausgehenden mehr beschreibenden Abschnitten gesammelten

Thatsachen unter einheitliche Gesichtspunkte geordnet und diese mit den frühern über unseren Gegenstand geläufigen Anschauungen verglichen werden. Der letzte Abschnitt wird am meisten der Nachsicht bedürfen, da ich bei der Fülle des zu berücksichtigenden Stoffes kaum hoffen darf, den Gegenstand ausführlich genug oder gar erschöpfend dargestellt zu haben.

Das Material zu meinen Untersuchungen danke ich zum grössten Theil der Liberalität des Herrn von la Valette St. George. Herr Geheimrath von Leydig stellte mir ebenso bereitwillig die Vorräthe seiner Sammlung zur Verfügung. Herr Geheimrath Pflüger wandte mir eine grosse Zahl von Hundeembryonen zu. Die Herren DDr. Brock und Colasanti beschenkten mich mit einer Collection von Cephalopoden, die sie für meine Zwecke zu verschiedenen Jahreszeiten eingesammelt hatten.

I.

Von der Entwicklung der Geschlechtsdrüsen bei den Batrachiern.

Untersucht man Eier von *Rana fusca*, an denen die Furchung eben abgelaufen ist — also etwa 20 Stunden nach der Zweitheilung —, so findet man ihren Inhalt aus pigmentirten und farblosen Zellen zusammengesetzt. Die farblosen übertreffen die mit schwarzem körnigem Pigment gefüllten Zellen um ein Bedeutendes an Grösse; die kleineren pigmentirten Zellen mit deutlich sichtbarem Kern haben, frisch in Humor aqueus gemessen, einen Durchmesser bis zu $32\ \mu$; die grösseren farblosen bis zu $45\ \mu$. Was an den grösseren hellen Furchungszellen uns von hervorragendem Interesse zu sein scheint, ist ihre völlige Ausfüllung mit den charakteristischen Dotterplättchen, die so dicht gelagert und von einer so stark glänzenden Beschaffenheit sind, dass man den Kern der Zelle nicht wahrnehmen kann. Hierdurch unterscheiden sich die Furchungszellen im Ei der *Rana fusca* wesentlich von denen der *Rana esculenta*; wohl sind auch bei *Rana esculenta* im abgefurchten Ei noch alle Zellen theils pigmentirt, theils mit Dotterplättchen angefüllt; allein niemals so sehr, dass man die Kerne der Zellen nicht erkennen könnte. In seinen Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere gibt Remak auf Tafel IX und XI Abbildungen von Furchungszellen der *Rana esculenta*.

Es ist klar, dass eine derartige Beschaffenheit der Zellen, wie sie sich bei *Rana fusca* findet, dann für das Studium der Entwicklung eines Organes von Bedeutung werden kann, wenn aus dem embryonalen Zellenmaterial sich die einzelnen Theile nicht gleichzeitig aufbauen und die Bildungszellen für das betreffende Organ am längsten jenen auffälligen embryonalen Character bewahren. Man wird, durch dies unverkennbare Merkmal unterstützt, mit grosser Sicherheit die Veränderungen dieses wohl abgegrenzten Zellcomplexes verfolgen können. Für die Geschlechtsdrüsen ist dies nun bei *Rana fusca* in befriedigender Weise der Fall.

Mit der fortschreitenden Entwicklung schwinden die Dotterplättchen allmählig aus den Zellen und den sich bildenden Geweben. Man erkennt schon deutlich die Querstreifung der Musculatur, und noch immer steckt in allen Theilen jene Dottersubstanz, deren Plättchen nur langsam einen Einschmelzungsprocess erleiden. Endlich sind alle Theile frei und viele ganz durchsichtig geworden; nur in einem einzigen Complex fadenartig angeordneter, grosser Zellen, median zu den Wolff'schen Gängen und in dem mittleren Drittel der Pleuroperitonealhöhle gelegen persistiren die Dotterplättchen noch. Man bemerkte diesen Zellenhaufen schon früh, wenn die äusseren Kiemen noch bestehen, als etwas Characteristisches; doch wird er erst recht auffällig, wenn er nicht nur durch die Grösse seiner Zellen, sondern auch durch den alleinigen Besitz von Dotterplättchen vor allen übrigen Gebilden des Körpers sich auszeichnet. Das ist etwa um die Zeit der Fall, wenn die ganze Larve 1,4 cm und vom Munde bis zum Ansatz des Schwanzes 5 mm misst. Aus diesen nach Lage und Beschaffenheit ausgezeichneten Zellen geht wie wir später zeigen werden der funktionelle Theil der männlichen und weiblichen Geschlechtsdrüse hervor, weshalb ich für sie den Namen „Geschlechtszellen“ vorzuschlagen mir erlaube.

Die Geschlechtszellen sind meist oval und stecken wie gesagt voller Dotterplättchen. Die grössten unter ihnen messen — Längs- und grösster Querdurchmesser — 40 und 35 μ ; die kleinsten 35 und 24 μ . Demgemäss bleiben die Zellen an Grösse nicht hinter denjenigen zurück, welche im eben abgefurchten Ei angetroffen werden. Die kleineren gehen durch Theilung aus den grösseren hervor; so verlängert und verbreitert sich die primäre Anlage. In dieser findet sich noch eine andere Art von Zellen,

beim ersten Auftreten hell und klar, sich gleichzeitig mit der Theilung der Geschlechtszellen vermehrend und diese völlig umwachsend. Diese zweite Art von Zellen, die in Allem mit dem zelligen Belag an anderen Stellen der Pleuroperitonealhöhle übereinstimmen, haben Kerne von $9\ \mu$ Länge und $4,5\ \mu$ Breite; in jedem Kerne ist ein Kernkörperchen vorhanden.

Die sogleich zu beschreibenden Veränderungen der primären Anlage sind durchaus typische, indem sie in derselben Reihenfolge an einer sehr grossen Zahl von Exemplaren in zwei aufeinander folgenden Jahren beobachtet wurden. Allgemein gültige Angaben über zeitliches Auftreten, sowie präzise Bestimmungen der Beziehungen zum Erscheinen gewisser anderer Anlagen, beispielsweise der Beine, lassen sich jedoch nicht machen. Man muss von Tag zu Tag aus einer reichen Brut mehrere Exemplare untersuchen und wird alsdann die Entwicklung der Organe in der Folge sich abspielen sehen, wie sie unten wird geschildert werden. Zum Beweise wie trüglich äussere Merkmale, führe ich Folgendes an. Im Winter 1877/78 zog ich zwei Bruten getrennt, von denen die eine gut, die andere nur kümmerlich sich nähren konnte. Untersuchte ich nun die gut genährten, deren Hinterbeine schon die Anlage der Zehen zeigten, so fand sich in den Geschlechtsdrüsen dasselbe Stadium wie in den schlecht genährten, obwohl die letzteren nichts weiter als jene weisslichen Höckerchen zur Seite des Afters, die erste nur mit der Loupe sichtbare Anlage der Hinterbeine, aufwiesen. Man kann also nicht mit Sicherheit bestimmen, welcher Zustand der Geschlechtsdrüsen bei diesem oder jenem Entwicklungsgrade der Larve wird gefunden werden; man ist dagegen wohl im Stande anzugeben, welche Veränderung einem bestimmten Zustande vorausgeht oder folgen wird. Zugleich zeigt aber auch der obige Versuch, welche grosse Rolle in der thierischen Oekonomie die Geschlechtsorgane spielen: das Individuum verkümmert wegen mangelnder Ernährung; die Geschlechtsdrüsen entwickeln sich weiter.

Wenn ich nunmehr zur Schilderung der Entwicklungsvorgänge in der Anlage der Geschlechtsdrüsen zurückkehrend dennoch auf den gleichzeitigen Entwicklungsgrad anderer Organe Rücksicht nehmen werde, so möge dies darin seine Begründung finden, dass diese relativen Beziehungen immerhin einen annähernden Anhaltspunkt gewähren. Könnten wir die Bedingungen so

genau beherrschen wie beim bebrüteten Hühnchen, so würde ihnen allerdings ein grösseres Gewicht beizulegen sein.

Laich von *Rana fusca*, am 4. April in ein frei gelegenes Bassin abgesetzt, war bis zum 2. Mai soweit entwickelt, dass die ausgeschlüpften Larven bei 1,4 cm Gesamtlänge eine Rumpflänge von 5 mm besaßen. Die Geschlechtsdrüsenanlage war 0,65 mm lang und $50\ \mu$ breit, die Geschlechtszellen voll von Dotterplättchen, $40:35\ \mu$ bis zu $35:24\ \mu$ gross und von hellen Peritonealzellen umgrenzt. Neben den von den bedeutend kleineren Peritonealzellen völlig umgebenen ungetheilten Geschlechtszellen fanden sich manche grössere in Theilung begriffene der Art, dass sich in die Einschnürungsstellen die Peritonealzellen eindrängten, so dass die Annahme berechtigt ist, es theilen sich die grossen Geschlechtszellen und werden alsdann durch das gleichzeitige Wachsthum der Peritonealzellen auseinandergedrängt. Dementsprechend mass die Anlage bei Exemplaren derselben Brut 8 Tage später 0,7 mm in der Länge $60\ \mu$ in der Breite, die Geschlechtszellen der überwiegenden Mehrzahl nach nur noch $35:24\ \mu$. Mit diesem Vermehrungsprocess geht der Schwund der Dotterplättchen Hand in Hand. Dies geschieht allmählig: es ist gleichsam ein Einschmelzen der Plättchen, die nach und nach an Zahl und Grösse abnehmen. An einigen Stellen liegen noch völlig mit den Dotterelementen vollgepfropfte Zellen, daneben andere, wo schon einige der Plättchen kleiner geworden sind; bis immer mehr und mehr das Protoplasma, der Kern und sein grosses Kernkörperchen frei und deutlich zu Tage treten, und schliesslich die ganze Dottermasse aus den Zellen geschwunden ist.

Die Umwandlung geschieht bei *Rana fusca* so regelmässig, dass kein Zweifel darüber sein kann, wie sehr die Peritonealzellen von den Geschlechtszellen verschieden sind. Man wird wohl kaum daran denken, dass sie durch Abspaltung von den grossen, so lange noch mit den Dotterelementen ganz und gar erfüllten Geschlechtszellen entstanden seien; wir werden die Unabhängigkeit dieser beiden Elemente bei der Forelle noch deutlicher demonstrieren können. Bei *Rana esculenta* liegen dagegen die Verhältnisse weit ungünstiger, indem die Dotterelemente auch aus den Geschlechtszellen schon früh schwinden; diese also nicht zu einer bestimmten Zeit die ausschliesslich den embryonalen Character tragenden Theile der Larve sind. Man sieht vielmehr schon ganz

freie Geschlechtszellen, während noch die Muskeln und die Zellen der Wolff'schen Gänge mit Dotterplättchen angefüllt sind, so dass sich hier nicht mit derselben Sicherheit wie bei *Rana fusca* die Verschiedenheit der Peritonealepithelien von den Geschlechtszellen und die continuirliche und ausschliessliche Entwicklung des functionellen Theiles beider Geschlechtsdrüsen aus den primären Geschlechtszellen darthun lässt.

Verweilen wir also noch vorläufig bei der Entwicklung der Geschlechtsorgane von *Rana fusca*.

Wir constatirten vorher, dass in der Geschlechtsdrüsenanlage zweierlei Zellen zu unterscheiden seien, von denen beide einen Vermehrungsprocess durchmachen und wo dann schliesslich die eine Art der Zellen „Geschlechtszellen“ durch die andere Art „Peritonealzellen“ auseinandergedrängt und umhüllt werde. Die continuirliche Grössenabnahme der Geschlechtszellen, deren Grösse aber beständig die umgebenden Peritonealzellen um Vieles übertraf, ihre gleichzeitige Vermehrung ohne dass eine einzige unter ihnen aufgetreten wäre, in der die Dottersubstanz fehlte, während die Peritonealzellen schon frühzeitig frei von Dotterplättchen sich zeigten, dies Alles lieferte einen unzweideutigen Beweis dafür, dass kein Uebergang von Peritonealzellen zu Geschlechtszellen denkbar sei. Ein solcher Uebergang könnte ja nur in der Weise vor sich gehen, dass gewisse Peritonealzellen sich vergrösserten; da aber die Peritonealzellen frei von Dotterplättchen, so müssten die muthmasslich vergrösserten ebenfalls frei von Dotterplättchen sein, was aber durch keine Beobachtungsthatsache gestützt wird.

Wenn nun gegen Ende Mai die Anlage der Hinterbeine bei Betrachtung mit der Loupe deutlicher hervortritt und die Larven vom Kopf bis zum Schwanzende eine Grösse von 2,3 cm erreicht haben tritt ein Vermehrungsprocess der bis dahin von Dotterplättchen befreiten Geschlechtszellen ein, der sich in einem Punkte von dem vorher gehenden wesentlich unterscheidet. Bis dahin wurde, soweit sich dies überhaupt mit Sicherheit angeben lässt, jedes Theilproduct der Geschlechtszellen von den Peritonealzellen wie von einer Kapsel eingehüllt; von nun an findet eine Theilung der Geschlechtszellen statt, derart, dass die neugebildeten Zellen für eine lange Zeit innerhalb der sich dehnenden und von peritonealen Zellen gebildeten Kapsel zusammenliegen bleiben und in der Kapsel eine Reihe von Veränderungen durchlaufen. In Fig. 4 und 5 Tafel I sind beginnende Kern-

theilungen der Geschlechtszellen nach einem Alkoholpräparat dargestellt. Es wurden absichtlich aus dem zerzupften Schnitt solche Zellen als Vorlage für die Zeichnungen benutzt, an denen die äussere Hülle eingerissen und namentlich in Fig. 5 mit ihren Kernen *h* zu erkennen ist. An frischen Zerzupfungspräparaten Fig. 7, gewonnen vom eben getödteten Thier und entweder in Humor aqueus erwachsener Frösche oder ganz farblosem Jodserum untersucht ist die Hülle mit ihren Kernen nicht zu erkennen. Ueberhaupt haben die einzelnen Bestandtheile der Zellen in frischem überlebendem Zustande ein so gleichartiges Lichtbrechungsvermögen, dass man erst nach einiger Zeit den Zellkern und noch später das Kernkörperchen wahrnimmt. In Fig. 6 und 8 sind mehrfache Theilungen der primären Geschlechtszellen nach frischen Präparaten gezeichnet. Fig. 9, 10, 11 und 12 stellen gleich alte Theilungsstadien, in absolutem Alkohol gehärtet dar. Durch den absoluten Alkohol wird vorwiegend das Zellprotoplasma getrübt, das am frischen Präparat ganz homogen erscheint; indem sich dieses nun gleichzeitig etwas contrahirt, lässt es die umgebende Hülle mit ihren Kernen deutlich hervortreten (vergl. Fig. 9, 10, 11 und 12). Einige Tage später werden auch die Kerne der Zellen in den Kapseln an frischen Präparaten granulirt; die Granulirung nimmt mehr und mehr zu und wenn man nun einem frischen Präparat absoluten Alkohol zusetzt, so schrumpfen die Kerne und nehmen die in Fig. 14 wiedergegebene grobgranulirte Configuration an ¹⁾. Zugleich ist nicht zu verkennen, dass im Zellprotoplasma weniger grob gerinnende Substanz mehr vorhanden ist; der Zellenleib sieht wie leer aus.

Fig. 13 und 14 (Alkoholpräparate) stellen nur einen kleineren Theil einer ganzen Kapsel mit ihrem Inhalt dar; doch lässt sich aus Figur 14 durch Vervollständigung der Umgrenzungslinie

1) Bei Tritonen tritt in diesem Stadium eine netzartige Anordnung der festen Kernbestandtheile ein, wie sie im Verlauf der Zelltheilung bisher an vielen Objecten beobachtet wurde. Bei *Rana fusca* ist das Phaenomen nicht deutlich; von *Rana esculenta* findet sich ein solcher Kern in Fig. 93 dargestellt.

Man vergleiche die Untersuchungen Flemming's (Dieses Archiv Bd. XVI pag. 302, Tafel XV—XVIII) und die ebendasselbst gegebene literarische Uebersicht, zu der mir die Bemerkung gestattet sei, dass Leydig im Jahre 1864 (vom Bau des thierischen Körpers pag. 14), also vor Frommann, eine balkenartige Structur in Kernen des Unterhautbindegewebes von Tritonenlarven beschrieben hat.

zu einem Kreise die Grösse einer solchen Kapsel construiren. In Figur 14 hatten alle Zellen den gleichen, eben beschriebenen Habitus. In Figur 13 ist bei x eine Zelle noch nicht soweit vorgeschritten, indem sie noch den Character des in Fig. 12 wiedergegebenen, der Zeit nach voraufgehenden Stadiums trägt. Die Hülle mit ihren Kernen bei h ist in beiden Fällen deutlich zu erkennen; sie leitet sich, wie hier nochmals wiederholt sein mag, von den Peritonealzellen ab. An Grösse sind die in den Kapseln vereinigten Theilstücke der primären Geschlechtszellen alle gleich, ihre Kerne sind in frischem Zustande rundlich, im Durchmesser $9,6\ \mu$ bis $10\ \mu$ gross. Die Kerne der Hülle sind von länglich eiförmiger Gestalt $8\ \mu$ lang und $4\ \mu$ breit.

Inzwischen haben sich die Hinterbeine der Larve deutlich entwickelt und gegliedert. An den Kernen der in den kugligen oder länglichen Kapseln eingeschlossenen Theilstücke der primären Geschlechtszellen geht nun eine eigenthümliche Wandlung vor sich, wie sie von la Valette St. George vor einiger Zeit schon von den Spermatogonien, den Samenmutterzellen in den Hodenschläuchen erwachsener Thiere geschildert hat. Man darf vermuthen, dass jene bei von la Valette St. George „trauben- oder maulbeerförmig“ genannte Theilung des Kernes in den functionellen Theilen der Geschlechtsdrüsen ungemein weit verbreitet vorkommt, da sie von unserem Autor nicht allein bei Amphibien (cf. Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. XII, Tafel 34 Fig. 8; Tafel 35 Figg. 35, 36^a, 42, 43, 44 und anderen) als regelmässig vorkommendes Stadium in der Entwicklung der Samenfäden abgebildet, sondern auch (Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. XV, Tafel 19, Figur 133) gelegentlich beim Menschen und (l. c. Tafel 17 Fig. 80) der Ratte aufgefunden wurde. Wir werden nun zeigen können, dass dieselbe Veränderung nicht allein in den allerfrühesten Entwicklungsstadien der Geschlechtsdrüsen beider Geschlechter, sondern auch bei der Neubildung der männlichen und weiblichen Geschlechtsproducte erwachsener Amphibien eine grosse Rolle spielt. In den Hoden von Reptilien, Fischen und Cephalopoden haben sich zuweilen ähnliche Formen nachweisen lassen, unter dem Eierstocksepithel des Hundes habe ich öfter Derartiges beobachtet.

Während die bis hierher geschilderten Veränderungen in den Geschlechtsdrüsen der Amphibien sich für die Untersuchung in vortheilhaftester Weise bei *Rana fusca* abspielten, indem die An-

lage sich durchaus gleichmässig entwickelte, dürfte sich für die Untersuchung des maulbeerförmigen Kernstadiums am meisten das vordere Ende der Geschlechtsdrüsenanlage von *Bufo cinereus* empfehlen. Hier sind alle in einer Kapsel enthaltenen Zellen in demselben Stadium; nur einige haben noch den grobgranulirten Kern wie in Figur 14. Die meisten Zellen zeigen jenen traubenförmig oder maulbeerförmig zerklüfteten Kern, wie es aus einem feinen in Alkohol erhärteten Schnitt in Fig. 17a dargestellt ist. Auch jetzt noch ist das Protoplasma der Zellen nur wenig getrübt; aber auch die Kerne sind heller geworden, genau so wie sie von la Valette St. George in überaus getreuer Weise vom „Hodeneierstock“ des erwachsenen Thieres dargestellt hat. Es scheint, dass die Zellen sich stark mit Wasser imbibirt haben, und dass daher sich ihr geblähter Zustand erklären liesse. Denn wenn man die Geschlechtsdrüsenanlage nur mit einem kleinen zugehörigen Theile des Rumpfes in den absoluten Alkohol einlegt, so sind namentlich an den peripheren Schichten des Organes, wo der Alkohol energisch einwirken konnte, die Grenzen der einzelnen Zellen verwischt. Man erhält alsdann Bilder wie in Fig. 17b. Die Kapsel hat sich weit von dem Inhalt zurückgezogen, und scheinbar regellos liegen in dem Centrum, von einem kleinen Hof körnig geronnenen Protoplasmas umgeben, die Kerne. Hat man dagegen die ganze Larve, die um diese Zeit schon die Hinterbeine besitzt, lebend in Alkohol gebracht und untersucht nach 4 bis 5 Stunden, so ist die Wasserentziehung in den Geschlechtsdrüsen keine so energische und man kann ganz wohl die Grenzen der Zellen und die eigenthümliche Configuration der Kerne erkennen. Im frischen Zustande ist es schwer Zellgrenzen aufzufinden; es ist dagegen leicht die maulbeerförmigen Kerne zu isoliren. Von der Grösse der Kapseln möge Fig. 16 aus dem unteren Abschnitt der Geschlechtsdrüsenanlage von *Bufo cin.* nach einem Alkoholpräparat mit der Camera lucida bei Zeiss CC, Oc. III gezeichnet eine Vorstellung geben. Dieselben sind meist länglich und stossen durch wenig Zwischensubstanz von einander getrennt, dicht an einander. Figur 17a ist bei Zeiss F, Oc. I gezeichnet; der Schnitt hat das in Alkohol gehärtete Präparat so getroffen, dass nur eine kleine Scheibe einer grösseren Kapsel zur Darstellung kam. So liegen nun die Zellen mit den vielfach eingekerbten Kernen ohne Zwischenlagerung anderer Elemente in ihren Hüllen, und dasselbe lässt sich von den Geschlechts-

drüsenanlagen anderer Batrachier aussagen. In der Geschlechtsdrüsenanlage aller Larven von *Rana fusca* und *esculenta*, *Pelobates fuscus*, *Alytes obstetricans*, auch in dem eigentlichen, unteren Geschlechtsdrüsentheil von Bufonen liegen in den Kapseln von Exemplaren mit deutlich gegliederten Hinterbeinen nur die bisher beschriebenen Formen, allerdings meist aus den in Figg. 12, 14, 17 a dargestellten gemischt.

Aber es ist sicher, dass an allen diesen Objecten die maulbeerförmige Kerntheilung in allen Zellen Platz greift; nur ist die Umbildung keine so gleichzeitige als im vorderen verdickten Ende der Geschlechtsdrüsenanlage von *Bufo cinereus*. *Bombinator igneus* habe ich im Larvenzustande nicht untersuchen können; doch glaube ich behaupten zu dürfen, dass auch bei diesem Thier sich Aehnliches finden wird. Man wird diesen Schluss nicht zu gewagt finden, wenn man bedenkt, dass von la Valette St. George im Hoden erwachsener Bombinatoren dieselben Bildungen gefunden hat, und sich nunmehr herausgestellt hat, dass diese so überaus charakteristische Kerntheilung bei allen den übrigen Larven wiedergefunden wurde, wo sie im erwachsenen Thier bis jetzt im Hoden bekannt geworden war.

Die maulbeerförmige Kerntheilung leitet nun eine höchst wichtige Veränderung in den Geschlechtsdrüsen ein. Wie man aus den mitgetheilten Figuren leicht ersehen kann, sind die einzelnen Theilstücke klein und bleiben es auch zum grössten Theil. Nur ein einziger Kern vergrössert sich und wird dadurch zu einer Vorstufe der männlichen oder weiblichen Zeugungskeime; die übrigen Kerne treten an die Peripherie und erzeugen auf diese Weise eine epitheliale Hülle der Keimzelle, welche beim Ei schon lange den Namen Follikelepithel führt; bei der Ursamenzelle, der „Spermatogonie“, dagegen von von la Valette St. George „Follikelhaut“ genannt worden ist. Das Protoplasma der Zelle folgt nicht sogleich dem sich gleichsam überstürzenden Theilungsvorgang des Kernes; es theilt sich erst später, wie dies ja auch bei der gewöhnlichen Zweitheilung von Zellen zu geschehen pflegt. Nur ist bei der maulbeerförmigen Kerntheilung der Vorgang kein so augenfälliger, da bei dem vollständigen Auseinanderweichen der Kerntheilstücke jeder neue Kern nur mit einem winzigen Protoplasma-mantel bedacht wird (vergl. von la Valette St. George, Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. XII pag. 802).

Wir sind hier an einem Punkte angelangt, die Bildung des epithelialen Ueberzuges der Keimzellen betreffend, welcher eine eingehende Besprechung und Kritik verlangte. Doch bitte ich vorläufig mit mir die weitere Entwicklung zu verfolgen, um später bei der Betrachtung der Verhältnisse im erwachsenen Thier darauf einzugehen.

Bisher war die Anlage der Geschlechtsdrüsen ganz indifferent; bei allen untersuchten Larven fanden sich dieselben Zustände, die sich somit als die ersten Entwicklungsstufen der männlichen oder weiblichen Keimdrüse präsentiren. Von nun an bleibt es nicht bei dieser anfänglichen Gleichförmigkeit; jedes der beiden Geschlechter hat einen nun folgenden, specifisch männlichen oder weiblichen Entwicklungsmodus, der auch später bei der Neubildung von Geschlechtsstoffen derselbe bleibt. Doch gehen auch im erwachsenen Thier wie in der Larve den specifischen Entwicklungsstufen wiederum indifferente, beiden Geschlechtern gemeinsame Stadien voraus.

Betrachten wir zuerst die weitere Entwicklung der indifferenten Anlage zu einer weiblichen Keimdrüse, so empfiehlt sich hierzu, wie für die direct vorausgehenden Umformungsprocesse, am Meisten das vordere Ende der Geschlechtsdrüsenanlage von *Bufo cinereus*.

Ueber dieses Organ hat von Wittich (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. IV pag. 158) schon ausführlicher berichtet, indem er sagt, dass „jener obere Theil sich schon äusserst frühzeitig zu einer vollkommen weiblichen Geschlechtsdrüse bei allen Larven entwickelt. Schon in sehr frühen Zeiten finden wir sowohl bei den sich zu Männchen, wie bei den sich zu Weibchen ausbildenden Thieren in dieser vorderen Anschwellung mit Dottermasse und Eikapseln umgebene Keimbläschen mit ihren Flecken.“ Die einzelnen Details des Entwicklungsmodus wurden von Wittich nicht in den Kreis der Beobachtungen hineingezogen. Bei erwachsenen Männchen wurde das Organ zuerst von Jacobson¹⁾ als rudimentärer Eierstock, an der Spitze des Hodens gelegen, beschrieben

1) Jacobson: Det kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Naturvidenskabelige og matematiske Afhandlinger. Tredie Deel 1828 (nach v. Wittich citirt).

und späterhin von Bidder¹⁾, von Wittich²⁾, Leydig³⁾, von la Valette St. George⁴⁾ und Spengel⁵⁾ genauer untersucht; von Wittich und Spengel wiesen sein Vorkommen auch bei erwachsenen Weibchen nach. Der Inhalt dieses rudimentären Eierstocks oder „Hodeneierstocks“ besteht aus Eiern, die nicht zur vollständigen Entwicklung gelangen. Wer einwenden wollte, dass dieses immerhin zweifelhafte Organ nicht zum Studium der Ei-entwicklung benutzt werden dürfe, möge berücksichtigen, dass die wahren Eier nach demselben Gesetz und genau in derselben Weise wie diese in einen Follikel eingeschlossenen, Dotter und Membrana granulosa aufweisenden Gebilde sich entwickeln. Nur ist es an anderen Stellen schwieriger den Process zu verfolgen, weil die Entwicklung nicht so gleichmässig und auch die Beschaffung des Materials schwieriger ist, indem der vordere Abschnitt der Krötengeschlechtsdrüsen weit eher zur Entwicklung kommt als die eigentlichen Geschlechtsdrüsen. Was von la Valette St. George (Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. XII pag. 808) vom Organ des erwachsenen Thieres gesagt hat, unterschreibe ich für die Bildungsstadien in der Larve.

Wir betrachten also wiederum die Entwicklung des rudimentären Ovarium bei Krötenlarven mit deutlich gegliederten Hinterbeinen. Einige Tage nach der maulbeerförmigen Kerntheilung der Zellen in den Kapseln beginnt wie gesagt eine Vergrößerung eines Kerntheilstückes und ein rapides Wachsthum des zugehörigen Protoplasmas, während die übrigen aus der Theilung hervorgehenden Kerne klein bleiben und, an die Peripherie der von nun an Keimzelle zu nennenden mittleren Zelle rückend, mit ihrem

1) Bidder: Vergleichende anatomische und histologische Untersuchungen über die männlichen Geschlechts- und Harnwerkzeuge der nackten Amphibien; Dorpat 1846.

2) von Wittich: Beiträge zur morphologischen und histologischen Entwicklung der Harn- und Geschlechtswerkzeuge der nackten Amphibien. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie 1853 pag. 125.

3) F. Leydig, Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien, Berlin 1853.

4) von la Valette St. George: Ueber die Genese der Samenkörper 4. Mittheilung; Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. XII, pag. 797.

5) J. W. Spengel: Das Urogenitalsystem der Amphibien. I. Theil. Der anatomische Bau des Urogenitalsystems; Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut in Würzburg. III. Bd., pag. 1.

erstarrenden Protoplasma eine epitheliale Hülle um die Keimzelle bilden. Die äussere, von uns Kapsel genannte und von den Peritonealzellen abgeleitete Umhüllung, schliesst sackartig eine grosse Zahl von Keimzellen mit dem zugehörigen Follikelepithel ein. Die Keimzellen wachsen; der Kern, den wir von nun an Keimbläschen nennen wollen, erhält mehrere Keimflecke, die sich in der Folge noch vermehren. Das Protoplasma des Eies, denn dieses ist im vorliegenden Falle die sogenannte Keimzelle, wird immer mehr und mehr von Körnchen getrübt: es bildet sich der Dotter. Nicht in allen Eizellen ist nur ein einziges Keimbläschen enthalten; man findet zuweilen zwei bis drei darin. Mit dem Wachsthum der Eizellen geht nun ein Vorgang Hand in Hand, den zuerst Pflüger in seinem grossen Werke: Ueber die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen, beschrieben hat. Von der Kapsel schieben sich feine Fortsätze zwischen die im Inneren gelegenen, von ihrem Follikelepithel schon umhüllten Eizellen vor und trennen diese von einander; so dass noch bevor die Vorderbeine der Larven deutlich sichtbar geworden sind, jedes Ei von einer bindegewebigen Hülle, die nun auch vascularisirt wird, umschlossen ist. In Figur 18 ist ein Stadium dargestellt, wo noch eine gemeinsame Kapsel die schon vom Follikelepithel umgebenen Eizellen einschliesst. Figur 19 gibt ein Bild von einem Ei mit mehreren Keimbläschen; Figur 20 von zwei Eiern in einer Follikelmembran eingeschlossen. Figur 21 und 22 stellen Eier dar aus der gemeinsamen Kapsel mit dem zugehörigen Follikelepithel isolirt. Das Vorkommen von solchen Eiern gleichzeitig mit den in Figur 19 wiedergegebenen macht es wahrscheinlich, dass noch Theilungen von Eiern vorkommen, die schon mit einem Kranz von Follikelepithelien versehen sind, und dass die aus der Theilung hervorgehenden definitiven Eier dann entweder, wie es die Regel ist, vollständig durch die später hinzukommende Follikelmembran isolirt werden, oder, wie es bei Figur 20 der Fall, in einem Follikel vereint liegen bleiben. Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, dass von vornherein getrennte Eier von einer gemeinschaftlichen Follikelmembran umgeben werden. Jedenfalls ist es nicht gar zu selten, dass bei erwachsenen Thieren zwei und mehr Eier in einem Follikel angetroffen werden.

Selbstverständlich finden sich im Laufe der fortschreitenden Entwicklung neben ausgebildeten Eiern auch noch Entwicklungs-

stadien derselben. Dies gilt in weit höherem Maasse von den eigentlichen Eierstöcken der Batrachier als von dem rudimentären Ovarium der Kröten. Stets liegen die jüngeren Stadien der Oberfläche näher, so dass das von Pflüger aufgestellte Gesetz über das Fortschreiten der Eientwicklung von der Peripherie gegen das Centrum zu auch bei den Batrachiern bestätigt wird. Die Erkennung der Entwicklungsstadien als solcher ist aber nicht schwierig, weil vom ersten Beginn der Bildung bis zum Aufhören der Zeugungsthätigkeit, abgesehen vom ersten Stadium — der embryonalen Zelle —, sich für die Neubildung von Eiern stets derselbe oben beschriebene Bildungsmodus wiederholt. Wir werden weiter unten zeigen können, dass die einzelnen Stadien der Entwicklung bei zeugungsfähigen Amphibien sogar streng auf die einzelnen Jahreszeiten vertheilt sind und dabei die Reihenfolge einhalten, in der die Entwicklungsstadien der ersten Eier nach einander auftraten.

Hiermit will ich vorläufig die Bildungsgeschichte des Eies bei den Anuren abschliessen, und indem ich die Bildung des Follikelepithels und die von Goette entwickelte Lehre von der Entstehung des Eies durch Verschmelzung mehrer Zellen einer eingehenden Besprechung im allgemeinen Theil aufbewahre, mit wenigen Worten die wesentlichsten Resultate der Untersuchung zusammenstellen.

Die Eier der Batrachier bilden sich aus einer beschränkten Anzahl embryonaler Zellen — Geschlechtszellen —, deren Derivate nach vielfachen Theilungen und Veränderungen ihres Aussehens in grossen Säcken beisammen liegen und von denen jedes mindestens zu einem Ei mit dem zugehörigen Follikelepithel sich ausbildet. Die Sonderung der Amphibieneier in einzelne Follikel geschieht durch die Wucherung jener vorhin erwähnten Säcke, deren Zellen sich von dem Peritonealepithel ableiten.

Für die Schilderung des Entwicklungsganges in der Geschlechtsdrüsenanlage, der zur Ausbildung von Hoden führen wird, haben wir auf das in Figur 17a dargestellte Stadium zurückzugehen. Alle früheren Stadien, dieses eingeschlossen, sind eben beiden Geschlechtern gemeinsam. Von dem Zustande der maulbeerförmigen Kerntheilung der zu grösseren Gruppen vereinigten und wie gesagt von Kapseln umschlossenen Zellen geht die Anlage direct in den functionellen Theil der männlichen Geschlechtsdrüse dadurch über, dass wiederum, wie beim Ei, ein Theilstück des maulbeer-

förmigen Kernes im Wachsthum den übrigen vorausseilt und ebenso von einer grösseren Menge Protoplasma umgeben wird. Die übrigen Kerntheilstücke bleiben klein und bilden die Follikelhaut, indem sie sich epithelartig um die mittlere Zelle, die Spermatogonie, gruppieren. Die Spermatogonien haben ein beschränkteres Wachsthum als das Ei.

Die definitive Gestaltung der männlichen Drüse hängt nun noch von zwei Bildungsvorgängen ab. Erstens werden die grossen Kapseln durch arkadenartige Einstülpungen von der Aussenfläche her in kleinere Abtheilungen zerlegt, welche zu Hodenampullen oder Hodenschläuchen werden. Während nämlich im Stadium der maulbeerförmigen Kerntheilung die Kapseln gross und rundlich oder länglich sind, lassen sich aus den Hoden junger, zu Anfang August eingefangener Männchen von *Rana fusca* die von der Schnautze bis zu den Zehen der ausgestreckten Hinterbeine 5,3 cm, von der Schnautze bis zum After 2 cm messen, durch zweistündige Maceration in officineller Salzsäure vielfach eingebuchtete Gebilde auch wohl schon einzelne kleine Schläuche isoliren; erst nach und nach entstehen dann durch weitergehende Spaltung die isolirt verlaufenden Hodenkanäle. Man vergleiche hierzu Figg. 88 und 89 von einem viermonatlichen *Pelobates fuscus*.

Der zweite hier zu berücksichtigende Vorgang betrifft die Herstellung einer Verbindung zwischen Hoden und dem Geschlechtstheile der Urniere. Es unterliegt heute wohl keinem Zweifel mehr, dass sowohl Hoden als Eierstock mit dem vorderen Ende der Urniere oder dem Wolff'schen Körper in Verbindung treten. Entwicklungsgeschichtlich hat dies für die Vögel Waldeyer festgestellt; für Rochen und Haie Semper, für die Reptilien Braun; für die Säugethiere in jüngster Zeit Kölliker. Bei den Amphibien bedarf es des entwicklungsgeschichtlichen Nachweises nicht, da bei den meisten Species mit Leichtigkeit im erwachsenen Thiere die Communication der Hodenausführungsgänge mit den Canälen der Urniere nachgewiesen werden kann. Bei den Amphibien bleiben nämlich, wie dies Spengel im Anschluss an Bidder und Hyrtl nachgewiesen, in der Regel die Malpighischen Knäuel der vom Samen zu passirenden Harnkanäle bestehen. Beim Frosch sollen im erwachsenen Thier in den zum Nebenhoden oder besser gesagt zum Geschlechtstheile der Urniere umgewandelten Harnkanälen die Glomeruli nicht mehr nachgewiesen werden können.

Doch gelang es mir vor einiger Zeit an *Rana esculenta* zu zeigen, (Sitzungsbericht der Niederrheinischen Gesellschaft vom 19. Nov. 1877) dass auch bei erwachsenen Fröschen die Glomeruli in den samenableitenden Harnkanälen erhalten bleiben können. Die von mir zur Untersuchung benutzten Frösche waren von Köpenik bezogen. Ich führe dieses an, weil ich keinen Grund habe an der Richtigkeit der Darstellung Spengel's zu zweifeln; wohl aber daran denken möchte, dass unter den als *Rana esculenta* bezeichneten Fröschen immerhin Varietäten vorkommen, von denen die eine, wie die übrigen Amphibien, in den samenabführenden Harnkanälen die Malpighi'schen Knäuel zeitlebens behält, die andere sie aber, wie die Reptilien und Säugethiere schon früh verliert. Die von mir untersuchten Frösche waren geschlechtsreif, da ohne jeden Druck auf die Hoden die Samenfäden in die Niere abgesetzt worden waren. In Figur 92 ist die Verbindung eines vom Bidder'schen Längscanale abtretenden Samenganges mit einer Bowman'schen Kapsel nach einem in absolutem Alkohol gehärteten Präparat dargestellt. Wie man sieht, fehlt in der mit Samenfäden erfüllten Kapsel der Glomerulus nicht; und ich will hinzufügen, dass ich in allen Abschnitten der betreffenden Harnkanäle Samenfäden gefunden habe. Zwischen den Harnkanälen waren keine Samenfäden gelegen.

Somit wäre für die Plagiostomen, Amphibien, Reptilien und Säugethiere der Weg genau bekannt, der vom Hoden zum Wolff'schen Gange oder Vas deferens führt. Die Verbindung wird durch die vorderen Urnierenkanäle hergestellt, die verschieden an Zahl bei den einzelnen Species, im Laufe der individuellen Entwicklung mehr oder weniger verändert werden. Bei den weniger hoch organisirten Classen bleiben die Glomeruli zeitlebens erhalten, so dass die Einmündung der Vasa efferentia des Hodens in die Bowman'sche Kapsel der vorderen Urnierenkanäle zu jeder Zeit demonstriert werden kann. Ein mustergültiges Object ist das Mesorchium und der vordere Theil der Urniere bei den Tritonen. Zur Zeit der Brunst kann man die Samenkörper von den Vasa efferentia des Hodens durch die isolirten vorderen Urnierenkanäle bis zum Harnsamenleiter hin verfolgen. In einem Falle fand ich die sieben vorderen gänzlich von einander getrennten Urnierenkanäle von der Bowman'schen Kapsel bis zur Einmündung in den Harnsamenleiter mit Spermatozoen gefüllt. Diese vorderen Harnkanäle haben

jeder einen Glomerulus; nur die Wimpertrichter, die bei jungen Thieren und bei den Weibchen auch im vorderen Theile der Urniere in den Hals der Harnkanäle einmünden, waren oblitterirt und, wie dies Spengel richtig dargestellt hat, auf winzige Reste eingeschrumpft.

Bei den höheren Thierclassen gehen die Glomeruli der Urniere nach kurzem Bestand im Embryo schon zu Grunde; die umgewandelten vorderen Urnierenkanäle bilden den compacten Nebenhoden, an dem die frühere Organisation von Harnkanälen nicht mehr erkannt werden kann. Interessant ist es, dass bei den Amphibien Uebergänge zwischen diesen extremen Formen sich finden.

Mit dieser Kenntniss ist jedoch die Frage nach der Entstehung der Verbindung zwischen Hoden und Urniere noch keineswegs erledigt; die Frage hat sich vielmehr nach einer ganz anderen Seite zugespielt. Bekanntlich war Waldeyer geneigt, die ganze Hodenanlage vom Wolff'schen Gange abzuleiten. Während aber der Vorgang der Hodenentwicklung beim Huhn in seinen Einzelheiten noch nicht bekannt ist und die von Waldeyer ausgesprochene Ansicht nach dem vorliegenden Beobachtungsmaterial nur die wahrscheinlichste war, hat in neuerer Zeit Semper durch ausgedehnte Beobachtungen bei Rochen und Haien die Entwicklung der männlichen Geschlechtsdrüse dahin präcisirt, dass die Hodenkanäle¹⁾ in zwei ihrer Bedeutung und Abstammung nach verschiedene Abschnitte, in einen functionellen und einen ableitenden Theil zu trennen seien.

In seinem Werk: Das Urogenitalsystem der Plagiostomen und seine Bedeutung für das der übrigen Wirbelthiere (Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut zu Würzburg Bd. II pag. 362) sagt Semper: „Die männliche Keimdrüse der Plagiostomen entsteht durch die Verwachsung zweier verschiedener Theile des indifferenten Embryo's. Einerseits findet eine dem Vorgang beim Weibchen analoge Veränderung und Einwanderung der Zellen des Keimepithels in das Stroma der Hodenfalte statt; andererseits bildet sich durch Verwachsung und Auswachsen der Segmentalgänge in die Basis und nachher bis in die Spitze der embryonalen Keimfalte hinein das Hodennetz aus, welches nur als fortleitendes Canal-

1) Das Wort Hodenkanal ist hier ganz allgemein gebraucht; es haben bekanntlich die functionellen Theile der Hoden die verschiedensten Formen grader oder gewundener, kurzer oder langer Schläuche, Ampullen u.s.w.

system für die, in den eigentlichen männlichen Keimdrüsen, den Ampullen, gebildeten Samenkörperchen dient, niemals aber selbst zum samenbereitenden Organ wird.“

Einen ähnlichen Bildungsmodus hat Braun (Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut in Würzburg Bd. IV) für die Reptilien nachgewiesen. Die Geschlechtsdrüse wird in gleicher Weise bei beiden Geschlechtern angelegt. Durch Einwucherungen vom Wolff'schen Körper her, die mit hoher Wahrscheinlichkeit von der äusseren Wand Malpighi'scher Körperchen abgeleitet werden (pag. 148 und 149), entwickeln sich die Hodencanäle, in welche die zu Ureiern vergrösserten Keimepithelzellen von der Oberfläche der Genitalanlage her einwandern. Bei dem Eierstock gehen die vom Wolff'schen Körper ausstrahlenden Schläuche bald zu Grunde, während das Ureierlager auf dem Ovarium sich bedeutend vergrössert. Es existirt also auch bei Reptilien ein Unterschied zwischen functionellem und ausführendem Theile des Hodens. Der ausführende Theil stammt vom Wolff'schen Körper; der die Samenfäden producirende Theil bildet sich aus dem Ureierlager, dem Keimepithel.

Es fragt sich nun, ob die über die Entwicklung des Hodens bei Amphibien, Vögeln und Säugethieren vorliegenden Beobachtungen, die bei Weitem nicht einen gleichen Anspruch auf Ausführlichkeit machen können, als die von Semper und Braun bei Plagiostomen und Reptilien angestellten: ob jene Beobachtungen, sage ich, eine zwingende Nöthigung enthalten, für diese Classen ein anderes Bildungsgesetz zu formuliren als das für Plagiostomen und Reptilien erkannte; ob in der That, wie die Mehrzahl der Autoren geneigt ist anzunehmen, bei Amphibien, Vögeln und Säugethieren der ganze Hoden vom Wolff'schen Körper abstamme. Bei einer näheren Prüfung der bis jetzt bekannten Thatsachen dürfte dies nicht der Fall sein.

Was die Amphibien anlangt, so bin ich mit Bezug auf die Entstehung der Verbindung des ableitenden Systems mit den Hodenkanälen zu keinem definitiven Resultate gekommen. Mit Sicherheit kann ich nur von dem Stadium berichten, wo der functionelle Theil fertig gebildet ist und ganz gewiss noch keine Verbindung mit der Urniere existirt; dann erst wieder von dem Stadium, wo die Verbindung so weit hergestellt ist, dass kein unzweideutiger Beweis geliefert werden kann, ob die Verbindungsstücke von den

Malpighi'schen Körperchen zum Hoden oder etwa in umgekehrter Richtung gewuchert seien. Es ist dies eine Lücke, welche ich durch fortgesetzte Untersuchungen auszufüllen hoffe. Jedenfalls ist es sichergestellt, dass der functionelle Hodentheil bei Batrachiern unabhängig vom Wolff'schen Gange entsteht, und dass in den ableitenden Theil die vordere Parthie der Urniere wie bei Plagiostomen und Reptilien übergeht. (Vergleiche hierzu auch v. Wittich, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie 1853, pag. 127 unten.)

Ueber die Entwicklung des Hodens beim Huhn berichtet Waldeyer (Eierstock und Ei pag. 139). Zu einer Zeit wo innerhalb des Hodens die Samenkanälchen noch nicht unterscheidbar waren, sah man einzelne helle Canäle des Wolff'schen Körpers an der Grenze des Hodens liegen, da wo letzterer dem Wolff'schen Körper aufsitzt. Vom siebenten Tag werden die Samenkanälchen im Inneren des Hodens deutlich und es lässt sich eine Verbindung zwischen ihnen und den Canälen des Wolff'schen Ganges nachweisen. Waldeyer vermuthet, die Samenkanälchen entstanden durch Proliferation der dorsal gelegenen engeren Canälchen des Wolff'schen Körpers. Es gelang nicht, eine Betheiligung von Seiten des Keimepithels nachzuweisen, obschon sich in demselben wie bei den weiblichen Individuen „Primordialeier“ ausgebildet hatten.

Bornhaupt hatte für das Hühnchen, Egli für das Kaninchen eine Abstammung der Hodencanäle vom Peritonealepithel behauptet; aber wie Bornhaupt von Waldeyer, erfuhr Egli lebhaften Widerspruch von Kölliker. Kölliker theilt von vierzehntägigen Kaninchenembryonen mit, dass der Hoden an den deutlich gewundenen soliden Samenkanälchen erkennbar sei; während Egli für dieses Stadium neben der von Kölliker nachgewiesenen 27μ breiten Verbindung des Hodens mit Malpighi'schen Körperchen der Urniere auch jede Andeutung des zukünftigen Geschlechts in der Geschlechtsdrüsenanlage vermisst hatte. Es stehen mir keine eigenen Beobachtungen an Kaninchenembryonen zu Gebote; ich bin also nicht berechtigt, die Daten des einen Autors zu Gunsten des Anderen zu verwerfen. Wenn wir uns aber nach untrüglichen Merkzeichen in beiden Mittheilungen umsehen, so lassen sich, wie ich glaube, sogar beide Beobachtungsreihen recht gut combiniren. Kölliker beschreibt von einem 14 tägigen Kaninchenembryo eine deutliche Albuginea des Hodens; diese hat Egli erst am 16. Tage

gesehen. Egli hat auch noch vom 16. Tage den Inhalt der vom Hoden zum Wolff'schen Körper ziehenden Falte genau geschildert und keine Verbindungen mit den Kanälen der Urniere, wohl aber Gefässe darin gefunden. Es ist somit fast unzweifelhaft, dass Egli frühere Stadien beschrieben hat als Kolliker, und man ist nicht genöthigt anzunehmen, Egli seien die Verbindungen mit dem Wolff'schen Körper entgangen, weil die Untersuchung möglicherweise da abgebrochen wurde (18. Tag), wo sich bei Egli die Verbindung eben herstellen wollte. Denn wir finden bei Kolliker erst vom 16.—17. Tag mit aller Bestimmtheit eine Verbindung zwischen dem Hoden und „dem Epithel eines Malpighi'schen Glomerulus“ nachgewiesen. Da aber mit Rücksicht auf das Auftreten der Albuginea des Hodens bei Egli und Kolliker eine Differenz von mindestens zwei Tagen sich findet, so werden wir eine ähnliche mit Bezug auf die weiteren Stadien annehmen dürfen und somit die Annahme wahrscheinlich finden, dass bei Egli's 18tägigen Embryonen in der That noch keine Verbindung zwischen Hoden und Urniere sich ausgebildet hatte.

Gegen die von Kolliker geübte Kritik, die Ableitung der Hodenkanälchen vom Peritonealepithel anlangend, ist Nichts einzuwenden. Man muss gestehen, dass für die Säugethiere bis jetzt noch zu wenig Beobachtungsmaterial vorliegt; genug aber, um mit Rücksicht auf die bei Plagiostomen, Reptilien und Amphibien gewonnenen Resultate die Behauptungen Egli's sehr wahrscheinlich zu machen.

Wäre demgemäss unsere Deutung zu Gunsten einer Lösung des Widerspruchs zwischen den Angaben Kolliker's und Egli's die richtige, so könnten wir auch für Kaninchenembryonen annehmen, dass die Hodenkanäle aus zwei Quellen, dem Keimepithel und der Urniere stammen, und, was nicht unwichtig ist hervorgehoben zu werden, dass der in den functionellen Abschnitt übergehende Theil sich eher ausbilde als der ableitende.

Für die Batrachier glauben wir den Nachweis geliefert zu haben, dass der functionelle Theil beider Geschlechtsdrüsen aus einer beschränkten Anzahl embryonaler Zellen durch fortgesetzte Theilung hervorgehe, und dass er dann mit der vorderen Parthie der Urniere in Verbindung trete. Beim Männchen ist die Verbindung eine dauernde, indem späterhin der vordere Urnierentheil und der Wolff'sche Gang als Ausführungsgang fungiren. Bei den

Weibchen gehen die im Mesovarium bei jungen Thieren nachweisbaren Zellstränge, die bis zu Malpighi'schen Körperchen der Urniere wie bei den Männchen zu verfolgen sind, bald zu Grunde. Als Ausführungsgang der weiblichen Keimstoffe dient der durch Abschnürung vom Peritonealepithel entstandene Müller'sche Gang, der bei den Männchen kurz nach seiner Anlage verkümmert.

Die Sonderung im functionellen Theile zu Hoden oder Eierstock geht bei den Batrachiern in der Weise vor sich, dass nach einer Reihe von Theilungsvorgängen der embryonalen Anlage, die beiden Geschlechtern gemeinsam sind, zur Bildung des Hodens viele Elemente in grossen Säcken oder Schläuchen vereinigt bleiben, beim Eierstock dagegen jedes einzelne von einer bindegewebigen Hülle umwachsen und so von seinen Nachbarn gesondert wird. Es ist somit die überwiegende bindegewebige Wucherung, welche dem Eierstock seinen ersten specifischen Character aufdrückt. Dann wächst die Eizelle ungetheilt weiter; die Spermatogonie aber theilt sich und erzeugt in ihrer Follikelhaut eine grosse Zahl von Samenzellen.

II.

Von der Entwicklung der Geschlechtsdrüsen bei den Teleostiern.

Als Untersuchungsobject wurden fast ausschliesslich Embryonen der Forelle verwandt. Die Gründe, welche für die Wahl dieses Teleostiers massgebend waren, liegen nicht sowohl in der hervorragenden Stellung des Thieres im System, als vielmehr in den practischen Vorzügen, die es in seinen ersten Entwicklungsstadien vor fast allen bekannt gewordenen Wirbelthierembryonen aufweist. Die Entwicklung ist eine ungemein langsame; die Leichtigkeit der Präparation erlaubt bei der Möglichkeit, viele Exemplare von derselben Entwicklungsstufe auf einmal zu erhalten, eine ausgedehnte Untersuchung. Es finden sich keine störenden Knickungen und Biegungen am Embryo vor; die Schnittfähigkeit gehärteter Embryonen übertrifft, mit Ausnahme etwa der Haie, bei Weitem die aller Wirbelthiere; die Isolirung der Theile am frischen Object gelingt mit der Eleganz, wie sie wohl nur bei der Präparation von Insecten erreicht wird. Vor den Sommerlaichfischen

hat die Forelle den Vortheil, dass das ungemein die frische Untersuchung störende Pigment der äusseren Bedeckung erst weit später auftritt; so dass, kurz gesagt, die Forelle oder die Salmoniden überhaupt ein Musterobject für embryonale Studien abgeben.

Den grössten Theil des Materials bezog ich von der Fischzuchtanstalt zu Hünningen. Da jedoch von dort nur embryonirte Eier, an denen die Augen schon sichtbar sind, verschickt werden, so bin ich Herrn Prof. von la Valette St. George zum grössten Danke verpflichtet für die Güte, mit der er mir frisch befruchtete Eier der Bachforelle zugewandt hat. An diesen wurden die Beobachtungen über die ersten Entwicklungsstadien gemacht. Die Eier kamen in fliessendem Wasser bei 3° R. Anfangstemperatur, die mit der fortschreitenden Jahreszeit (von Anfang Dezember bis zum Mai hin) auf 7° R. stieg, zur Entwicklung.

Die angewandten Methoden sind bekannt. Die Embryonen wurden gestreckt, gehärtet; die Gegend der Geschlechtsdrüsenanlage in Schnittserien zerlegt; die Anlage selbst, frisch oder in Salzen der Chromsäure und dem sehr empfehlenswerthen absoluten Alcohol gehärtet, zerpupft und auf feinen Schnitten untersucht. Für die frische Untersuchung glaube ich folgende Methode empfehlen zu können. Auf einem trocknen Objectträger wird die Eihaut mit Nadeln oder noch besser mit einem feinen lanzenförmigen Messerchen eingerissen. Ist die Haut des Dottersackes einigermassen resistent, so hat sich zwischen dem Embryo und der Eihaut eine klare in Alcohol gerinnende Flüssigkeit abgeschieden, die man nur austreten zu lassen braucht, um mit Pincetten von der gemachten Oeffnung her, die Eihaut gänzlich zerreißen und den Embryo mit seinem Dottersack unverletzt austreten lassen zu können. Bei den frühesten von mir untersuchten Stadien ist der Dotter jedoch jedesmal ausgeflossen; ich habe den Dottersack erst bei einmonatlichen Embryonen erhalten können und dann recht lange die Circulation am unverletzten, in Jodserum gelagerten Thier beobachtet. Zur Anfertigung frischer Isolationspräparate muss jedesmal der Dotter entfernt werden. Ist er ausgelaufen, so saugt man behutsam mit einer zweiten gleichfalls trocknen Glasplatte den Embryo an und setzt einen Tropfen Jodserum zu. Die Entfernung des Dotters ist unbedingt nöthig, weil jede wässrige Flüssigkeit dicke Gerinnungen in ihm erzeugt und die weitere Beobachtung illusorisch macht. Bei Embryonen, die gehärtet werden

sollen, ist die Erhaltung des Dottersacks und damit die Erhaltung des Blutes in den Gefässen für das Studium vieler Theile wünschenswerth und macht keine Schwierigkeiten. Die kleinsten Embryonen kann man wegen ihrer Durchsichtigkeit in toto untersuchen; an den grösseren ist die Präparation der einzelnen Theile, wie gesagt, eine überraschend leichte; mit Messer und Pincette lässt sich die ganze Vorniere von dem Glomerulus bis zum gemeinschaftlichen Mündungsstück beider Wolff'schen Gänge isoliren.

Wir beginnen die Beschreibung der Geschlechtsdrüsenentwicklung mit den Beobachtungen an dreiwöchentlichen 4 mm langen Embryonen, deren Urwirbel noch blasenförmig sind. Augen- und Ohrblase sind angelegt. Die Linse ist eine hohle Einstülpung, die Chorda dorsalis noch aus kleinen eng aneinander gelagerten Zellen zusammengesetzt. In allen Zellen stecken noch feine Dotterkörner; am frischen Präparat ist von einem Wolff'schen Gange oder Darmkanal noch Nichts zu sehen. Nur bei dem einen oder dem anderen Exemplar scheint es, als wenn man bei der Seitenlage des Embryo ventral vor der Chorda auf kurze Strecken ein röhrenförmiges Gebilde erkennen könnte. Wo aber später die Rückenflosse entsteht, liegen Zellen, die sich durch ihre Grösse und die Grösse ihrer Kerne auszeichnen. An der bezeichneten Stelle finden sich in Querschnitten dieser Embryonen, die in 5% doppelt chromsaurem Ammoniak erhärtet und dann in Carmin gefärbt wurden, dieselben Zellen wieder (vgl. Fig. 34); man erkennt ausserdem, dass die Wolff'schen Gänge in der Abschnürung begriffen sind. Auf die Details der Entwicklung der Nierenorgane soll jedoch hier nicht näher eingegangen werden; zur Orientirung will ich nur noch hinzufügen, dass das hier beobachtete Stadium ungefähr dem von Rosenberg über die Teleostierniere (Hecht) in Fig. 1 dargestellten entspricht.

An Embryonen, die nur einige Tage älter geworden waren, liessen sich auch am frischen Präparat die Wolff'schen Gänge bei der Seitenlage sowohl, wie bei der Rückenlage deutlich erkennen; an vierwöchentlichen Embryonen erschien der Darm, und bei allen an derselben Stelle die durch ihre Grösse ausgezeichneten Zellen, die ich von nun an mit der bei Fröschen gebrauchten Bezeichnung „Geschlechtszellen“ benennen will. Mit dem Auftreten des Darmes wurde am frischen Präparat die Auskleidung des zelligen Belages der Peritonealhöhle immer deutlicher und man erkannte

wie in die Mosaik dieser kleinen Zellen beständig in der Gegend der späteren Rückenflosse zwischen Darm und den Wolff'schen Gängen und diesen aufliegend die grossen Geschlechtszellen eingestreut waren.

Figur 35 ist nach einem frischen in Jodserum untersuchten Isolationspräparat bei Zeiss CC, Oc. III mit der Camera lucida entworfen. Links in der Figur ist die Oberfläche des Urnieren-, Wolff'schen, Ganges dargestellt; nach rechts ein optischer Längsschnitt durch das Lumen des Ganges. Das Letztere geschah aus dem Grunde, um durch die Eigenthümlichkeit der Zellen die Lage im Embryo genau bestimmen zu können. Wenn nämlich die vereinigten Urnierengänge die Leibeswand durchbrochen haben, ist im vorderen gewundenen Abschnitt derselben am lebenden Präparat lebhaftere Wimperung sichtbar. Nicht weit von der Stelle, wo die Geschlechtszellen zwischen dem Peritonepithel auf den Wolff'schen Gängen gelegen sind, hört die Wimperung auf; die Gänge tragen hier ein einfaches cubisches Epithel. Wie aus Fig. 35 hervorgeht, liegen die grossen Geschlechtszellen im Peritonealepithel eingestreut, mit ihm in einfacher Lage den Wolff'schen Gang überziehend. Dasselbe zeigt sich in Figur 36 nach einem Querschnitt durch die entsprechende Gegend eines zehn Tage jüngeren und in doppeltchromsaurem Ammoniak gehärteten Embryo; die Geschlechtszellen erscheinen als grosse Zellen in dem einschichtigen Peritonealepithel.

Wie bei den Batrachiern, so bleiben auch bei der Forelle die Geschlechtszellen lange inert liegen. Das eben geschilderte Stadium betrifft Embryonen, die Mitte und Ende Dezember aus dem Ei heraus präparirt wurden und 1 cm lang waren. Im Verlauf des Januar ist eine Theilung und Vermehrung sowohl der Geschlechtszellen als der Peritonealzellen zu beobachten, die sich in der Weise gestaltet, dass die Theilstücke der Geschlechtszellen alsbald durch die zwischenwuchernden Peritonealzellen von einander getrennt werden. Dadurch wird die Geschlechtsdrüsenanlage gestreckter und die Geschlechtszellen rücken immer weiter auseinander.

Da man nun leicht die ganze Geschlechtsdrüsenanlage auf einem Frontalschnitt erhalten kann, so ist es nicht schwer sich davon zu überzeugen, dass kein Uebergang zwischen den beiden Zellenarten stattfindet. Die Frontalschnitte entnahm ich gradge-

streckten und in absolutem Alcohol gehärteten Embryonen, bei denen nach Entfernung des Dottersackes der Darm mit einer Pinzette herausgerissen wurde. Bei einiger Uebung wird man sich davon überzeugen, dass die Anfertigung feiner Frontalschnitte, in denen die Geschlechtsdrüsenanlage und die Wolff'schen Gänge enthalten sind, recht gut und sicher gelingt. Im Anfang Februar geschieht nun an der Geschlechtsdrüsenanlage eine eigenthümliche Veränderung. Man kann sie bei sorgfältiger Betrachtung der Flachschnitte wohl gewahren, doch tritt sie deutlicher an Querschnitten hervor. Ein solcher ist in Figur 37 von einem in doppelt chromsaurem Ammoniak gehärteten 2 cm langen Embryo dargestellt. Während in den vorausgehenden Stadien die Geschlechtszellen frei zwischen der einfachen den Wolff'schen Gang deckenden Lage von Peritonealepithelien gelagert waren, sieht man nunmehr nicht allein die Geschlechtszellen von den Peritonealzellen vollständig eingehüllt, sondern auch diese letzteren gegen den Wolff'schen Gang zu in mehrfacher Lage. Es hat sich aus den Peritonealzellen eine Hülle der Geschlechtszellen und ein Stroma der Geschlechtsdrüsenanlage gebildet. Fig. 31 zeigt die Einhüllung der Geschlechtszellen durch die Peritonealepithelien in überzeugender Weise an einem dünnen Frontalschnitte. Die Geschlechtszelle g^1 ist noch nicht überwuchert; g^2 ist auch ventral von Peritonealzellen umgeben.

Fig. 38 und Fig. 39 mögen die vorhin gemachte Behauptung von einer gleichzeitigen Vermehrung der Geschlechtszellen und der Peritonealepithelien näher illustriren. Figur 39 ist nach einem aus absolutem Alcohol gewonnenen Isolationspräparat der ganzen Geschlechtsdrüse einer Seite bei Zeiss CC, Oc. III entworfen und stellt einen Theil der Anlage dar. Man erkennt die Theilungsvorgänge in den Geschlechtszellen und die grossen Abstände zwischen den in Theilung begriffenen Complexen. Diese Abstände werden durch die Peritonealepithelien ausgefüllt, die auch schon die Geschlechtszellen ventral umwachsen haben; der Vereinfachung halber ist das Letztere nicht in der Zeichnung wiedergegeben worden. Wollte man annehmen, die Geschlechtszellen hätten sich aus den Peritonealepithelien gebildet, so müssten um diese Zeit isolirte Uebergangsformen vorhanden sein, die kleiner wären als die früher beobachteten ungetheilten Geschlechtszellen. Dies ist aber nicht der Fall. Die vorhandenen kleineren Zellen sind zwar

grösser als die Peritonealepithelien; sie sind aber immer in Gruppen beisammengelagert, und gehen ganz sicher durch Theilung aus den primären Geschlechtszellen hervor. In den Geschlechtszellen kann man Theilungsvorgänge beobachten (siehe Fig. 38 oben). Wenn man annehmen wollte, dass die Zellen in den Gruppen durch Vergrösserung der Peritonealzellen hervorgingen, so ist erstens kein Grund einzusehen, weshalb diese Vergrösserung stets gruppenweise erfolgte, und zweitens, weshalb mit der beginnenden Vergrösserung der Peritonealzellen die anfänglichen Geschlechtszellen spurlos verschwänden. Sobald nämlich die Theilung der Geschlechtszellen begonnen hat, wird man keine grossen Geschlechtszellen in der ganzen Anlage mehr vorfinden, wie sie aus früherem Stadium in Fig. 31 abgebildet sind. In den früheren Stadien kamen neben den grossen Geschlechtszellen keine Formen vor, welche man als Uebergänge von Peritonealzellen zu Geschlechtszellen hätte deuten können; es hatte aber zu der Zeit die vielfache Theilung der Geschlechtszellen noch nicht begonnen.

Bei etwas weiter entwickelten Exemplaren — Fig. 40, bei Zeiss CC, Oc. III nach einem Flachschnitt der Geschlechtsdrüse einer 2,4 cm langen Forelle ohne Dottersack — sind die durch Theilung der Geschlechtszellen gebildeten Zellengruppen durch weite Intervalle von einander getrennt. Die Zellengruppen sind allseitig von den Peritonealzellen umgeben. Liegen viele Zellen in einem Nest beisammen, so sind die einzelnen Zellen kleiner, als wenn nur wenige in einem Neste gefunden werden. Man vergleiche die bei derselben Vergrösserung entworfenen Figuren 32 und 33 aus derselben Geschlechtsdrüsenanlage einer 2,5 cm langen Forelle. Die Peritonealzellen auf der Oberfläche dieser isolirten Nester sind nicht dargestellt. Wie mir scheint, ist die verschiedene Grösse der Zellen in den Nestern, die sich umgekehrt verhält wie die Grösse der Nester selbst, das weite Auseinanderrücken der Nester und die beständige Verkleinerung ihrer Zellen mit fortschreitender Entwicklung (cf. Fig. 39 und Fig. 40) ein schwerwiegender Beweis gegen die Annahme, dass die Peritonealzellen durch Wachstum in Geschlechtszellen übergehen könnten. Man findet ebensowenig jetzt, als in den nächstfolgenden Stadien, wenn wiederum die Abkömmlinge der Geschlechtszellen sich gewaltig vermehren, Zellen von der Grösse und Beschaffenheit, wie sie in früheren Stadien (Fig. 38g) vorgekommen waren, so dass bei der absolut sicheren Controle über

die ganze Geschlechtsdrüsenanlage behauptet werden darf, dass alle Zellen in den Nestern von den anfänglichen grossen Geschlechtszellen abstammen.

Für das Verständniss des Ueberganges zum nächstfolgenden Stadium ist Fig. 33 nicht ohne Bedeutung. Die Peritonealzellen umgeben rings die Nester, sie sind in starker Vermehrung begriffen. Während der gleichzeitigen Vermehrung der Zellen in den Nestern schicken sich die Peritonealzellen an, wie es auch schon von früheren Stadien vermerkt worden war, die Nester selbst zu durchwachsen, so dass von den grösseren Gruppen wiederum kleinere kuglige oder längliche Gebilde abgegrenzt werden. In Figur 33 sieht man nun unten die Peritonealzellen deutlich in das Innere eines solchen Nestes eindringen und wenn man ältere Exemplare untersucht, so gewahrt man den Effect dieses Vorganges.

Bei 2,4 cm langen Forellen vom 1. Mai lagen die Nester noch sehr weit aus einander — Figur 40 —; bei 2,6 cm langen Exemplaren vom 15. Mai sind die Nester näher gerückt, und man erkennt in der Figur 41 —, bei derselben Vergrösserung wie Fig. 40 gezeichnet — dass der Durchwachsungsprocess noch im Fortschritt begriffen ist. Auch jetzt noch kann unzweifelhaft dargethan werden, dass die Vermehrung der Nester nicht auf Kosten vergrösserter Peritonealzellen geschehen ist. In Figur 40 liegen die Nester durch weite Intervalle von einander getrennt. Der Uebergang in das durch Figur 41 wiedergegebene Stadium geschieht nun in der Weise, dass die Nester durch eignes Wachsthum einander näher rücken; nicht etwa so, dass in den grossen Zwischenräumen neue entstanden. Dabei werden vergrösserte Gruppen immer durch das Zwischenwuchern der Peritonealepithelien von einander getrennt, so dass beständig die Vermehrung beider Zellenarten Hand in Hand geht: an keinem Punkte der Entwicklung aber ein Uebergang der einen Form in die andere constatirt werden kann.

Bis hierher habe ich die Entwicklung der Geschlechtsorgane der Forelle continuirlich verfolgen können; dann aber ging mir durch einen unglücklichen Zufall die junge Brut zu Grunde. Am empfindlichsten ist der Mangel solcher Stadien, an denen die Bildung der Follikelepithelien in beiden Geschlechtern hätte studirt werden können. Es ist wahrscheinlich, dass bei der Forelle sich ein analoger zur Bildung von Ei und Follikelepithel oder Sperma-

togonie und Follikelhaut führender Vorgang vollzieht, wie er oben von den Amphibien beiderlei Geschlechts geschildert wurde. Dafür spricht die ursprüngliche Gleichartigkeit der Zellen in den Nestern und ihre grosse Verschiedenheit von den bedeutend kleineren männlichen und weiblichen Follikelepithelien. Wir neigen auch für die Forelle zu der Annahme, dass aus jeder Zelle eines „Ur-eier“-Nestes, abgesehen natürlich von den Zellen, welche zu Grunde gehen, ein Ei mit seinem Follikelepithel oder eine Spermatogonie mit ihrer Follikelhaut sich bilde. Dass die maulbeerförmige Kerntheilung aber in der Classe der Fische vorkommt und zur Bildung von Eizelle oder Spermatogonie sammt den umhüllenden Epithelien beider führe, konnte an verschiedenen Objecten nachgewiesen werden.

An dieser Stelle mag eine kurze Schilderung der Geschlechtsorgane einer 5,5 cm langen jungen *Tinca chrysis* Platz finden; wir werden später gelegentlich der Behandlung der Regenerationsvorgänge in den Geschlechtsdrüsen auf ähnliche Verhältnisse zurückkommen.

Junge 5,5 cm lange *Tinca chrysis* am 20. August in absolutem Alkohol getödtet. Die Geschlechtsorgane stellen dünne, lange, der Schwimmblase beiderseits aufliegende Fäden von ungefähr 1 mm Durchmesser dar. Nach abwärts verschmächtigen sich die Fäden und gehen als platte weissliche Stränge hinter dem Rectum bogenförmig weiter. Bei der Betrachtung mit der Loupe schienen sie sich mit dem einfachen Mündungsstück der Wolff'schen Gänge — jetzt Harnleiter, da die Niere definitiv gebildet war — zu verbinden. Nachdem die unteren Abschnitte beider Geschlechtsdrüsen, sowie die schmale Beckenniere sammt Ausführungsgängen herauspräparirt, zeigt sich bei mikroskopischer Betrachtung, dass von den vereinigten Wolff'schen Gängen jederseits ein Zellstrang in der oben beschriebenen bogigen und zum hinteren Leibesende ziehenden Fortsetzung der Geschlechtsdrüsen verläuft. Ein Lumen ist in diesem Zellstrang nicht sichtbar, es konnte auch nicht bis an die Geschlechtsdrüse verfolgt werden, während die begleitenden Blutgefässe deutlich sichtbar blieben.

Auf feinen Längs- und Querschnitten der ganz compacten Geschlechtsdrüse zeigte sich eine Anordnung der Theile wie in Fig. 41. Doch war um die einzelnen Zellennester schon mehr Bindegewebe in deutlichen Zügen angeordnet und die Zellen in

den Nestern selbst verhielten sich theilweise anders als bei der zuletzt geschilderten jungen 2,6 cm langen Forelle. In einigen Nestern oder Schläuchen lagen Zellen beisammen von der in Fig. 41 dargestellten Beschaffenheit, eng aneinandergedrückt. Auf dünnen Schnitten nahm sich der Querschnitt eines solchen Nestes wie eine zierliche Mosaik grosskerniger Zellen aus, von denen in Fig. 47a einige bei Zeiss F, Oc. I nach einem Alcoholpräparat wiedergegeben sind. In anderen Schläuchen oder Nestern war bei einigen der Zellen, die noch durch keine andere Zellenart von einander getrennt waren, eine maulbeerförmige Theilung des Kernes eingetreten; vergl. Fig. 47b aus demselben Präparat wie Fig. 47a. In noch anderen Schläuchen sah man neben Zellen mit maulbeerförmig getheiltem Kern auch solche mit einfachem grossen Kern und von einem Kranze kleinerer Zellen umgeben.

Zwar fehlt uns eine continuirliche und gleichmässige Entwicklungsreihe; doch finden wir dieselben Stadien hier nebeneinander gelagert, deren Reihenfolge bei den Batrachiern uns bekannt ist, und wir hoffen in der Deutung unseres Befundes nicht fehl zu gehen, wenn wir die maulbeerförmige Kerntheilung als Uebergangsstadium zwischen einer Primordialzelle und der von einer zelligen Hülle umgebenen Eizelle oder Spermatogonie ansehen.

Nicht selten waren auf feinen Schnitten der Geschlechtsdrüse dieser jungen *Tinca* schon vollständig abgeschnürte Eier zu finden. Man konnte alsdann in der bindegewebigen Kapsel neben den Kernen der Follikelepithelien (*Membrana granulosa*) das helle Protoplasma des Eies und den grossen Kern — das Keimbläschen — mit einem Keimfleck deutlich erkennen. Die grössten Masse der vorhandenen, als ächte Eier anzusprechenden Bildungen betrugen bei der meist länglichen Gestalt derselben 25 resp. 20 μ mit einem runden 11 μ breiten Keimbläschen.

Trotzdem nun dieses Exemplar das einzige untersuchte geblieben ist, so dass bei der geringen Entwicklung der Theile nicht einmal über das Geschlecht mit Sicherheit etwas ausgesagt werden kann, so geht doch soviel mit Gewissheit aus dem hier gemachten Befunde hervor, dass bei den Knochenfischen die maulbeerförmige Kerntheilung in der Entwicklung der Geschlechtsproducte dieselbe Rolle wie bei den Amphibien spielt; indem hier wie dort die Theilstücke des Kernes mit dem nöthigen Protoplasma umgeben sich derart differenziren, dass eine stärker wachsende centrale

Zelle zur Keimzelle (Eizelle oder Spermatogonie) und die peripheren, im Wachsthum zurückbleibenden, das Follikelepithel dieser Keimzelle bilden.

Was die Uebereinstimmung der Körperentwicklung zur Ausbildung der Geschlechtsorgane betrifft, so scheinen beide bei den Fischen nicht immer gleichen Schritt zu halten. Wenigstens fand ich bei 18 Exemplaren 10 bis 11 cm langer im März untersuchter *Abramis brama* nur vier Weibchen mit entwickelten Ovarien. Von diesen 4 Exemplaren hatte das eine milchweisse Ovarien mit grossen undurchsichtigen Eiern; bei zwei Exemplaren waren in den Eiern noch keine Dotterkugeln abgelagert, die Ovarien daher hell und durchsichtig; bei dem vierten Exemplar fand sich auf einer Seite ein ziemlich entwickelter Eierstock, an dessen Eiern das Follikelepithel gut zu erkennen war; auf der anderen Seite lag median an dem mächtigen Fettkörper ein 3 cm langer dünner Faden, worin die Entwicklung nicht weiter gediehen war als bei 2,5 cm langen Forellen; cf. Fig. 41. Von den übrigen Exemplaren war eins deutlich als Männchen zu erkennen; die Hodenacini waren gebildet und in der Entwicklung so weit vorgeschritten als es Brock (Morphologisches Jahrbuch, IV. Bd. Fig. 1 auf Tafel XXIX) dargestellt hat. Der Rest der Thiere hatte unentwickelte Geschlechtsorgane; nur ganz vereinzelt fand sich in den Zellennestern derselben schon eine maulbeerförmige Kerntheilung. Makroskopisch betrachtet waren die Geschlechtsdrüsen ganz dünne Fäden mit sehr bedeutend entwickeltem Fettkörper.

Etwas Aehnliches zeigte sich mir bei *Perca fluviatilis*, wo im Dezember in den meisten Weibchen der grosse Ovarialsack vorwiegend ganz undurchsichtige, der Reife nahe Eier enthielt. Andere gleich grosse Exemplare wiesen einen nur winzigen, durchscheinenden Eierstock auf, in dessen Eiern es noch nicht zur Bildung von Dotterelementen gekommen war. Offenbar haben wir es in diesem Falle nur mit einer Verzögerung in der Reifung angelegter Geschlechtsproducte zu thun; während die bei *Abramis* beobachteten Thatfachen mehr auf ein protrahirtes Verharren der Geschlechtsorgane auf embryonalem Stadium hinweisen. Beide Vorgänge gehören aber als Hemmungen in der Entwicklung unter denselben Gesichtspunkt.

III.

Von den Hüllen der Geschlechtsstoffe.

Die folgende Untersuchung wird sich ausschliesslich auf die primären Hüllen der Geschlechtsstoffe beschränken, wird also eingehen auf das Follikelepithel beim Ei, und beim Samenfadendübel auf die seit von la Valette St. George bekannt gewordene Follikel- und Cystenhaut. Es wird zu eruiren sein, wie weit verbreitet diese Bildungen im Thierreiche vorkommen; es wird vorzüglich darauf geachtet werden müssen, ob die morphologisch sich entsprechenden Theile der männlichen und weiblichen Geschlechtsdrüse in derselben Species diese Hülle gleichzeitig besitzen oder ihrer gleichzeitig entbehren.

Die Discussion der gefundenen Thatsachen werde ich zwar für einen allgemeinen Theil aufzusparen mich bemühen; doch halte ich es für das Verständniss der hier zu berichtenden Beobachtungen nöthig, vorher Einiges über die Entwicklung der männlichen Geschlechtsproducte beizubringen. Und dies kann wohl nicht besser geschehen, als wenn ich das von v. la Valette St. George aufgestellte Gesetz der Spermatogenese hier einschiebe. Auf dieser Basis wird eine Verständigung leichter möglich sein.

„Der Binnenraum der zur Bereitung der Samenelemente bestimmten Hohlräume der männlichen Geschlechtsdrüse enthält zwei Arten von Zellen, wovon die eine — jungen Eizellen durchaus ähnlich — als Ursamenzellen oder Spermatogonien dazu bestimmt ist sich zu vermehren, in gleicher Weise durch Theilung, so wie durch Umbildung ihrer Abkömmlinge, der Spermatocyten, die Samenkörperchen — Spermatosomen zu entwickeln. Sie produciren einen Zellenhaufen, der entweder durch Aneinanderlagerung der peripherischen Zellen eine besondere Hülle erhält — Keimkugeln, Samenkugeln, Spermatocysten (Insecten, Amphibien), oder bleiben hüllenlos, Samenknospen, Samensprossen, Spermatogemmen bei geringerer oder stärkerer Abgrenzung des zu den Zellen gehörigen Protoplasmas. In manchen Fällen erhält sich eine aus der Theilung hervorgehende Zelle oder deren Kern im Fusse der Spermatogemme. Die Form und Grösse der Samenknospen resultirt aus dem Entwicklungszustande ihres Inhalts und dem Drucke, welchen sie von

ihrem nachbarlichen Nachwuchse zu erleiden haben. Die zweite Art von Zellen, welche ich die Follikelzellen nenne, sind unter sich verbunden zu einem Gewebe, welches sowohl die Spermatogonien einbettet, als auch die Spermatogemmen durch Zwischenwachsen mehr oder weniger umhüllt und befestigt.“ (Die Spermatogenese bei den Säugethieren und den Menschen von v. la Valette St. George, Bonn 1878. p. 48.)

Es würde zu weit führen, wenn ich auf die Details der divergirenden Meinungen anderer Autoren hier eingehen wollte; es ist dies in erschöpfender Weise in der oben citirten Schrift geschehen. Einige huldigen der Ansicht, dass jene von von la Valette St. George Follikelzellen genannte, kleinere zweite Art von Zellen Ersatzzellen seien, während sie doch nach der obigen Darstellung nur von untergeordneter Bedeutung sind und an der Samenbildung sich nicht betheiligen. Grössere Meinungsverschiedenheit kann kaum gedacht werden; allein ich glaube, wer nur immer über eine grosse Reihe von Thierklassen seine Untersuchungen ausgedehnt hat, wird sich der von von la Valette St. George gegebenen Deutung anschliessen und die nebensächliche Bedeutung der Follikelzellen zugeben.

Noch ein zweiter Punkt verdient hier volle Berücksichtigung. Zufolge der grossen Uebereinstimmung der von Goette (Entwicklungsgeschichte der Unke Taf. I, Fig. 1—8), über die Oogenese bei *Bombinator igneus* gegebenen Abbildungen mit den ersten Entwicklungsstadien der Samenfäden bei den Batrachiern, glaubte von la Valette St. George sich der Goette'schen Interpretation der Eitheile nicht anschliessen zu sollen und sagt (Die Spermatogenese bei den Amphibien, Bonn 1876, p. 27): „Das Follikel-epithel kommt nach den bisherigen Beobachtungen von aussen her zu der Eizelle. Dürfte man annehmen, dass es aus der Spaltung des Ureies hervorginge, so wäre es mit der Cystenmembran der Ursamenzelle als homolog zu erachten. Darüber müssen weitere Untersuchungen entscheiden. Soviel ist gewiss, dass die Darstellung Goette's, soweit sie die Vereinigung einer Anzahl Kerne zum Keimbläschen betrifft, etwas Auffallendes an sich hat und vielleicht eine andere Deutung nicht ausschliesse, welche dahin ginge, das Follikelepithel¹⁾ von den Zellenderivaten des Primordialeies ab-

1) Anm. d. Ref.: Wir setzten in dem Citat statt „Follikelmembran“

zuleiten; der übrig bleibende Kern als Keimbläschen würde dann nebst dem Reste des Protoplasmas die bleibende Eizelle repräsentiren.“

Es wäre demgemäss die Fig. 1 bei Goette in dem Sinne aufzufassen, dass g einen maulbeerförmig getheilten Kern eines Primordialeies darstellte, aus dem, mit den erforderlichen Theilstücken des Zellprotoplasmas umgeben, sich sowohl Eizelle als Follikel-epithel entwickeln würde und nicht, wie es Goette gewollt, das Keimbläschen des Eies. Wie zutreffend die Voraussage von la Valette St. George's mit Bezug auf die Entstehung des Follikel-epithels beim Ei war, ist für Amphibien und Teleostier in den vorigen Abschnitten dargethan worden. Zugleich ergab sich für diese Thierklassen, dass die Spermatogonie und ihre Follikelzellen durch den gleichen, mit maulbeerförmiger Kerntheilung eingeleiteten Theilungsprocess aus einer Primordialsamenzelle hervorgehen, wie Ei und Follikel-epithel aus einem Primordialei. Die Spermatogonie und die zugehörigen Follikelzellen haben also gleichen Ursprung; sind aber, sobald sie einmal gebildet worden, der Form und Function nach ebenso verschieden als Ei und Follikel-epithel. Wir werden später nachweisen, dass derselbe Vorgang: die Spaltung sogenannter Primordialzellen beim männlichen Geschlecht in Spermatogonie und Follikelzellen; beim weiblichen Geschlecht in Ei und Follikel-epithel, sich auch im erwachsenen Thier wiederholt. Da nun zur Bildung der Cystenmembran oder des sie vertretenden Cystenkerneln die Spermatogonie in ihrer Follikelhaut nochmals denselben eigenthümlichen Theilungsvorgang durchmacht wie die männliche oder weibliche Primordialzelle, so ist es erklärlich, dass v. la Valette St. George, der an Embryonen keine Untersuchungen angestellt hatte, diesen Vorgang als den zu vergleichenden herausgriff. Die Cystenmembran entsteht also dort, wo sie vorkommt, durch Wiederholung desselben Vorganges, der zur Bildung der Follikelhaut führte, und insofern als beim Ei nichts Aehnliches bis jetzt constatirt wurde, ist sie der männlichen Keimdrüse durchaus eigenthümlich.

Das von v. la Valette St. George entwickelte Gesetz der Spermatogonese wird durch diese Modifikation in der Deutung der

„Follikel-epithel“, weil von dem Autor unter „Follikel-epithel“ nur die Membrana granulosa gemeint sein kann.

Hüllen, wie kaum der Erwähnung bedarf, in keiner Weise tangirt. Nach wie vor bleibt uns die Spermatogonie der Ausgangspunkt der Samenkörperbildung, sowohl Follikelzellen als Cystenmembran oder der ihr entsprechende Cysten Kern sind für die Spermatogonese nur nebensächliche Gebilde.

Obschon es mir bis jetzt noch nicht gelungen ist, eine ähnliche durch maulbeerförmige Kerntheilung eingeleitete Bildung der Geschlechtsstoffe und ihrer oben besprochenen Hüllen aus einer Primordialzelle bei allen höheren Thierklassen bestimmt nachzuweisen, so wird immerhin der Befund, dass jene Hüllen bei den niederen Thieren fehlen und bei den höheren in beiden Geschlechtern gleichzeitig vorkommen oder gleichzeitig fehlen, eine Beigabe für den Vergleich der männlichen und weiblichen Zeugungsstoffe liefern. Gehen wir die verschiedenen Thierklassen durch, so ist das Capitel von den Eihüllen in der preisgekrönten Schrift Ludwig's (Ueber Eibildung im Thierreich) schon sehr umfassend behandelt worden; die entsprechenden Hüllen der Samenfadensbündel sind bis jetzt noch nicht Gegenstand einer ausführlichen Erörterung gewesen.

In der einschlägigen Literatur herrscht jedoch mit Bezug auf die Benennung der hier zu berücksichtigenden Theile eine so grosse Verwirrung, dass ich mir erlaube vorweg zu bemerken, was ich unter den einzelnen von mir angewandten Namen verstanden wissen möchte.

Die einzelnen Elemente des Hodens wird man je nach ihrer Form Schläuche, Ampullen, Acini benennen können. So besteht der Hoden der Säugethiere, Vögel, Reptilien, der meisten Amphibien, Cephalopoden, einiger Insecten aus Schläuchen; die Hoden anderer Insecten, des Flusskrebses, vieler Fische aus Acinis, die der Plagiostomen aus Ampullen. Diese Abtheilungen entsprechen dem in der Oogenese durch Pflüger entdeckten Stadium der Eischläuche, wie sie bei vielen weiblichen Thieren dem Princip nach, wenn auch in modificirter Gestalt zeitlebens persistiren. Man wird den Namen „Follikel“ auf eine solche grössere Abtheilung des Hodens nicht übertragen, ihn nicht mit Hodenschlauch, Hodenampulle, Hodenacinus coordiniren, da er diesen Begriffen in der That subordinirt ist. Denn ein Eifollikel ist nur ein Theil eines Eischlauches und ihm entspricht im Hoden die einzelne Spermatogonie sammt ihren Follikelzellen.

Da nun die Eizelle gewöhnlich ungetheilt weiter wächst, die Spermatogonie sich aber vielfach theilt, so wird ein Eifollikel selten mehr als eine, aber zu verschiedenen Zeiten verschieden grosse Eizelle umschliessen. Der Samenfollikel dagegen wird zu verschiedenen Zeiten eine verschiedene Zahl von Zellen oder deren Derivaten als Inhalt führen, von der ungetheilten Spermatogonie bis zum reifen Samenfadenbündel hin.

Der Begriff der Samencyste würde sich so weit es auf den wesentlichen Inhalt ankommt, mit dem Begriff eines Samenfollikels decken. Von la Valette St. George wählte diesen Ausdruck, weil bei einigen Thieren entweder die peripherischen Zellen der getheilten Spermatogonie nochmals eine vollständige kernhaltige Haut — die Cystenhaut — bilden, oder weil in vielen Fällen an der Basis des Samenfollikels eine Zelle zurückbleibt, deren Kern — Cystenkerneln — bis zur Ausstossung der Samenfäden aus dem Follikel deutlich an seiner Grösse zu erkennen ist, der aber mit der Follikelhaut, sobald die Samenfäden diese verlassen haben, durch fettige Entartung zu Grunde geht.

Untersuchen wir, welche Bestandtheile des Samen- und Eifollikels homolog sind, so würde die Spermatogonie oder die aus ihr durch Theilung hervorgegangene Summe von Samenfäden auf allen Entwicklungsstufen der Eizelle, die Follikelhaut dem Follikelepithel entsprechen. Für die Cystenhaut oder den Cystenkerneln gibt es keine homologe Bildung im Eierstock; ebensowenig wie die einzelnen Samenfollikel von einer bindegewebigen Membran umhüllt sind, wie es bei den Eifollikeln der Wirbelthiere der Fall ist.

Stellen wir die homologen Theile einander gegenüber, so entsprechen sich

♂	♀
1. Hodenschlauch, Ampulle, Acinus	Eischlauch.
2. Samenfollikel	Eifollikel.
3. Spermatogonie, Samenfadenbündel . . .	Eizelle.
4. Follikelhaut	Follikelepithel.

Für die Säugethiere ist das Vorkommen von Follikelzellen zwischen den Spermatogonien und ihren Derivaten durch von la Valette St. George überzeugend genug dargethan worden. Wenn es auch bisher nicht gelang, isolirte Follikel im frischen Zustande darzustellen, so kann dies bei der bekannten Weichheit des Hodengewebes keinen Grund abgeben gegen die Annahme, dass auch

bei den Säugethieren die Follikelzellen zu einer Haut zusammen-treten und die Abkömmlinge jeder Spermatogonie von ihrer Nach-barschaft trennend einhüllen, ebenso wie das Follikelepithel das Ei. Man wird ganz gewiss den Follikelzellen nicht mehr die Bedeutung von jungen Samenmutterzellen — Ersatzzellen — zusprechen wollen, wenn man sie, resp. ihre Kerne, in regelmässigen Abständen von der Membrana propria der Hodenschläuche bis gegen das Lumen zu zwischen Gruppen von Spermatocyten gelagert findet. Ueber die Abstammung der Follikelzellen kann ich nichts mit Sicherheit aussagen; es kommen wohl maulbeerförmige Kerntheilungen der Spermatogonien vor, (cf. Tafel XIX Fig. 133 der oben citirten Schrift von la Valette St. George's) doch müssen über diesen Punkt weitere Untersuchungen noch angestellt werden. Aber selbst wenn Spermatogonie und Follikelzellen aus einem ursprünglich gleichen Zellenlager in der Weise sich differenzirten, dass von einem Complex von Zellen eine einzige an Grösse zunähme und die übrigen im Grössenwachsthum zurückbleibend jene bevorzugte Zelle, die Spermatogonie, umhüllten, so wäre die Uebereinstimmung mit der durch Pflüger und Waldeyer bei Säugethieren nachgewiesenen Bildung von Ei und Follikelepithel vollständig und der Homologisirung der Theile stände kein Hinderniss im Wege, wenn die Ableitung der männlichen und weiblichen Geschlechtsstoffe bis jetzt in derselben Weise möglich gewesen wäre, wie bei Plagiostomen, Reptilien, Amphibien und Fischen.

Nach den bis jetzt bekannt gewordenen Thatsachen über die Entwicklung der Geschlechtsdrüsen bei den Säugethieren darf wohl mit Sicherheit angenommen werden, dass jener namentlich bei Amphibien von Anfang an so deutlich characterisirte Zustand der grossen Geschlechtszellen mit embryonalem Character fehlt. Es existirt vielmehr auf dem bindegewebigen Stroma der Genitalanlage das Waldeyer'sche Keimepithel. Von diesen zu Anfang gleichen und kleinen Zellen vergrössern sich erst einige secundär, und dies gilt für Säugethiere¹⁾, Vögel²⁾, Repti-

1) Theodor Egli, Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Geschlechtsorgane; Zürich 1876. (Baseler Dissertation).

A. Kölliker, Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere; Leipzig 1879.

2) Th. Bornhaupt, Untersuchungen über die Entwicklung des Urogenitalsystems beim Hühnchen. Riga 1867 (Dorpater Dissertation). Die Arbeit

lien¹⁾, Plagiostomen²⁾, wie ich selbst bestätigen kann. Die Ansichten über die Ableitung der Geschlechtsstoffe bei Säugethieren und Vögeln vom Keimepithel, resp. dessen vergrößerten Zellen sind augenblicklich noch controvers; meine eignen Untersuchungen halte ich für zu lückenhaft, als dass ich darüber berichten könnte, so dass wir mit Bezug auf die oben einander gegenübergestellten Theile bei den Säugethieren vorläufig nur von einer Analogie reden dürfen; wenn auch mit Rücksicht auf die leichter zu studirenden Verhältnisse bei Amphibien und Knochenfischen die Hoffnung berechtigt erscheint, dass auch bei Säugethieren eine bis ins Detail gehende Homologie nachzuweisen sein wird.

Mit Bezug auf das erste Erscheinen eines Unterschiedes zwischen Spermatogonien und Follikelzellen in den Hoden der Säugethiere hätte ich nachzutragen, dass in den schon ausnehmend leicht zu isolirenden Hodenschläuchen 12 cm langer Rindsembryonen dieser Unterschied auffallend ausgesprochen ist, ähnlich wie es von la Valette St. George in seiner Schrift (die Spermatogenese bei den Säugethieren etc.) vom Kalbe beschrieben und abgebildet hat. Bei 7,5 cm langen Rindsembryonen sind dagegen die Hodenschläuche noch erst kurze Stummel mit knospenartigen Auswüchsen; ein deutlicher Unterschied zwischen den Zellen im Inneren der Schläuche ist bei solchen Embryonen noch nicht wahrzunehmen; jedenfalls sind alle Zellen bedeutend kleiner als die bei 12 cm langen Embryonen vorhandenen Spermatogonien.

Der Cystenkernel am Fusse reifender Samenfollikel scheint nach den Untersuchungen von la Valette St. George's regelmässig bei den Säugethieren vorzukommen.

Ueber die Spermatogenese bei den Vögeln ist bis jetzt noch Wenig nur bekannt geworden. Auch hier bilden, wie ich gefunden habe, Spermatogonien den Ausgangspunkt der Samenfadenentwick-

selbst ist mir nicht zugänglich gewesen; ich kenne sie nur aus den Referaten Waldeyer's und Kölliker's.

W. Waldeyer, Eierstock und Ei, Leipzig 1870.

1) M. Braun, Das Urogenitalsystem der einheimischen Reptilien; Arbeiten aus dem zoolog.-zootom. Institut in Würzburg. Bd. IV, 1878.

2) C. Semper, Das Urogenitalsystem der Plagiostomen und seine Bedeutung für das der übrigen Wirbelthiere; Arbeiten aus dem zoolog.-zootom. Institut in Würzburg. Bd. II, 1875.

F. M. Balfour, On the structure and development of the vertebrate ovary; Quarterly journal of microscopical science. Vol. XVIII. — New. Ser.

lung. Neben den grossen Spermatogonien finden sich im Inneren der Hodenschläuche Follikelzellen, welche auch späterhin die durch Theilung einer Spermatogonie entstehenden Spermatocyten einhüllen.

Am deutlichsten sind diese Verhältnisse bei ganz jungen Thieren oder an erwachsenen während der Ruhezeit des Geschlechtslebens im Winter zu studiren. Es ist bekannt, dass unter Umständen der Nachweis des Follikelepithels beim Eie auf erhebliche Schwierigkeiten stösst; man muss oft genug die ganze Entwicklung des Eies verfolgen und geeignete Methoden ausfindig machen, um sich mit Sicherheit über diesen Punkt aussprechen zu können. Es fehlt in der Literatur nicht an Beispielen zur Illustration des Gesagten. Bedeutend schwieriger wird der Nachweis der entsprechenden Hülle im Hoden, da hier, selbst unter sonst günstigen Bedingungen, wie bei den Amphibien, schon frühzeitig die zellige Structur verloren geht. Ich erinnere an die Beobachtung von la Valette St. George's, der an den Hüllen reifer Samenfadenbündel der Amphibien weder Kerne noch Zellengrenzen mit Hilfe von *Argentum nitricum* nachweisen konnte; während beides auf früheren Entwicklungsstadien ohne weitere Präparation möglich ist. Bei vielen Insecten bleiben zwar an den reifen Samenfadenbündeln die Kerne der Hülle erhalten und deutlich sichtbar; doch sind die Zellengrenzen in derselben nicht mehr aufzufinden, wie es vor der Umwandlung der Spermatocyten in Spermatosomen der Fall war.

Man darf demgemäss an den reifen Hoden keine Untersuchungen anstellen wollen, die den Nachweis der Follikelhaut zum Zweck haben; man wird nur die undeutlichen, allerdings stets vorhandenen Reste derselben vorfinden.

Als das beste Mittel, feine Schnitte herzustellen habe ich in Uebereinstimmung mit von la Valette St. George die Erhärtung in absolutem Alcohol gefunden. Nur müssen die Hoden absolut frisch sein und dürfen höchstens eine Stunde lang in die Flüssigkeit eingelegt werden, weil später eine derartige Schrumpfung der Gewebe eintritt, dass von einer Untersuchung nicht mehr die Rede sein kann. Sperlingshoden, die etwa einen Tag in absolutem Alcohol gelegen haben, sind ganz verzerrt auf der Oberfläche, während nach einstündiger Einwirkung die Oberfläche des im Winter grobschrotkorngrossen Organes glatt und eben bleibt. Dabei ist eine vorzügliche Schnittconsistenz erreicht; die Schnitte

werden am besten in verdünntem Glycerin untersucht. Auch leistet die Präparation frischer Hoden in Jodserum von geeigneter Concentration wesentliche Dienste.

Auf Querschnitten der Hoden von jungen Krähen (Anfang Juni eingefangen) wird man ausschliesslich gewundene mit seitlichen Ausläufern besetzte breite Schläuche vorfinden (cf. Fig. 84), an die sich in dem dorsalwärts gelegenen zugeschärften Rande die engeren graden Hodencanäle anschliessen und zum Nebenhoden zusammentreten. Das Epithel der graden Hodenschläuche ist cubisch und niedrig; in den gewundenen Schläuchen sieht man Spermatogonien, Spermatocyten und die zugehörigen Follikelzellen. In Fig. 57 ist ein solcher Querschnitt eines gewundenen Hodenschlauches dargestellt. Die Membrana propria aus deutlich abgegrenzten Zellen zusammengesetzt ist nicht in die Zeichnung aufgenommen worden. An dieser Membrana propria anliegend finden sich nun Spermatogonien von Follikelzellen umgeben und weiter in das Lumen des Schlauches hineinragend Gruppen von Spermatocyten in ihrer Follikelhaut, deren helle mit einem Kernkörperchen versehene Kerne deutlich bei F sichtbar sind. Man findet bei sorgfältiger Durchsichtung feiner Schnitte alle Uebergänge von der ungetheilten Spermatogonie bis zu Spermatocyten-Gruppen immer in eine Follikelhaut eingeschlossen, so dass es keinem Zweifel unterliegt, dass innerhalb der durch Theilung ihrer Zellen wachsenden Follikelhaut die Spermatocyten aus der Spermatogonie durch Theilung hervorgehen. Die Spermatogonien sind amoeboid; in Fig. 85 findet sich eine solche aus den Hoden von *Emberiza citrinella* zu Ende März in Jodserum untersucht; in Fig. 61 ist ein Bruchstück eines quergetroffenen Hodenschlauches mit seiner Membrana propria von einem jungen *Cypselus apus* dargestellt. Sg. ist eine in Theilung begriffene Spermatogonie. Alle Spermatogonien oder die durch Theilung aus solchen hervorgegangenen Spermatocytengruppen sind von Follikelzellen eingehüllt. Die Figuren 61 von *Cypselus* und 57 von *Corvus* ergänzen einander, da bei beiden jungen Thieren eine continuirliche Reihe von Entwicklungszuständen von der Spermatogonie an bis zur Samenzellencyste nachzuweisen war. So findet man es auch im Winter (Dezember) in den Hoden erwachsener Vögel; ich habe auf diesen Punkt *Passer domesticus* und *Emberiza citrinella* untersucht. Bei allen den vorgenannten Thieren in den angegebenen Perioden ist

also die Entwicklung schon ziemlich weit vorgeschritten, da man neben den Ausgangstadien, den Spermatogonien, ganze Samenfollikel mit zelligem Inhalt antrifft. Die grössten Eifollikel junger weiblicher Krähen, gleichaltrig mit den beschriebenen Männchen, hatten einen Durchmesser von 60μ . Es ist dies durchaus in Uebereinstimmung mit den Befunden bei jungen Amphibien, wo auch bald nach der definitiven Formgestaltung des jungen Thieres, also kurze Zeit nach der Metamorphose, ächte Samenzellenfollikel und junge Eier angetroffen werden. — Die weitere Entwicklung der Spermatocyten zu fertigen Samenfäden kann hier nicht Gegenstand ausführlicher Erörterung sein; wie überall, wird auch bei den Vögeln der Kern zum Kopf und das Protoplasma der Samenzelle zum Schwanzfaden (v. la Valette St. George, Schweigger-Seidel, Bütschli). — Im Winter findet man im Lumen der Hodenschläuche verfettete Kugeln: die letzten Reste der verödeten Samenfollikel, die eine einfache fettige Degeneration erleiden, nachdem die Samenfäden aus ihnen herausgetreten sind; während der Eifollikel nach Entleerung des Eies noch zuvor den gelben Körper bildet.

Somit wäre auch für die Vögel zum Mindesten eine Analogie der männlichen und weiblichen Geschlechtsstoffe zu constatiren, die bis auf die letzten Elemente durchzuführen ist. Es entspricht dem Ei die Spermatogonie; das Follikelepithel des Eies wird im Hoden durch eine Summe von Follikelzellen repräsentirt, die mit dem durch Theilung complicirten Wachsthum der Spermatogonie sich gleichfalls vermehren und eine zarte Hülle um die aus den Spermatogonien hervorgegangenen einzelnen Gruppen von Spermatocyten bilden.

Ein Cystenkernel scheint bei den Vögeln zu fehlen.

Aehnlich wie bei den Vögeln verhält es sich bei den Reptilien. Von dem Bau des Follikelepithels beim Ei der Reptilien wird im folgenden Abschnitt ausführlich gehandelt werden. Für den Nachweis der entsprechenden Haut der Samenfollikel ist die Zeit nach der Begattung, also Ende Juni, die geeignetste; es gelingt zwar auch noch im April an den grossen Follikeln, in denen die Umbildung zu Samenfäden noch nicht erfolgt ist, die Kerne dieser Haut nachzuweisen; doch sind sie um diese Zeit schon sehr platt geworden. Nach meinen Erfahrungen ist die Erhärtung der Hoden in absolutem Alcohol — einen Tag lang — das beste Mittel gute Schnitte anzufertigen.

Im Juni, nach der Brunst, sind die Hodenschläuche mit verschiedenen Entwicklungsstufen der Samenzellen angefüllt. Im Lumen der Schläuche liegen verfettende Reste entleerter Follikel; der *Membrana propria* sitzen Ketten von Spermatogonien auf, deren Kerne zuweilen in maulbeerförmiger Theilung angetroffen werden. Die Ketten dieser Spermatogonien liegen ohne Dazwischenkunft kleinerer Zellen aneinander, so dass mit Rücksicht auf das Vorkommen isolirter Spermatogonien, die von Follikelzellen umgeben sind, es den Anschein hat, als bildeten sich die Follikelzellen und die von ihnen umhüllte Spermatogonie aus einer Primordialzelle, wie bei den Amphibien. In absolutem Alcohol gehärtet, messen die grössten ungetheilten Spermatogonien 16μ , ihr Kern $12,5\mu$. Weiter finden sich Theilungsstadien von Spermatogonien in ihrer Follikelhaut bis zu solchen Follikeln hin, wie es in Fig. 54 dargestellt ist. Die Kerne der Follikelhaut haben das ihnen bei allen Thierklassen gemeinsame glänzende Wesen, sind von elliptischer Gestalt und führen ein bis zwei Kernkörperchen. Die Abgrenzung der Spermatocten ist deutlich, ihre Kerne in dem gezeichneten Stadium grob granulirt. Im April sind die Follikel grösser geworden; die einzelnen Spermatocten kleiner. Die Kerne der Spermatocten fangen an glänzend zu werden und sich zu strecken. Die Abgrenzung der einzelnen Follikel gegen einander ist sehr scharf; die Kerne der Follikelhaut beginnen zu schwinden und sind nur schwer nachweisbar.

Es entwickeln sich demgemäss die Spermatosomen der Reptilien in derselben Weise, wie es das von v. la Valette St. George aufgestellte Gesetz verlangt. Den Ausgangspunkt bilden Spermatogonien in einer Follikelhaut; beide wachsen; die Spermatogonie erzeugt durch Theilung die Spermatocten, die auch weiterhin von einer deutlichen Follikelhaut umgeben werden. Die Umbildung der Spermatocten in Samenfäden habe ich nicht verfolgt.

Auf der Grundlage der entwicklungsgeschichtlichen Studien Braun's dürfen wir demgemäss bei den Reptilien eine vollständige Homologie zwischen Samen- und Eifollikel statuiren.

Durch die Arbeiten v. la Valette St. George's sind die Hüllen an den Samenballen der Amphibien bekannt geworden; die Kenntniss des Eifollikelepthels ist älteren Datums. Wir werden in dem folgenden Abschnitt Gelegenheit nehmen, über den Bildungsmodus der Follikelhaut bei erwachsenen Thieren zu be-

richten und verweisen bezüglich ihrer Entstehung in der Larve auf das im ersten Abschnitt darüber Gesagte. Die ♂ Follikelhaut ist wie das ♀ Follikelepithel schon früh entwickelt. Die Cysten-
haut fand ich zuerst bei Fröschen von 3 cm Länge (5 Monate alte *Rana fusca*), in deren kleinen Hodenschläuchen die Spermatogonien innerhalb ihrer Follikelhaut schon Theilungen bis zur Bildung je einer grossen Cyste eingegangen waren; ebenso weit waren die Hoden in 2 cm langen *Bufo cinereus* entwickelt. Die Entstehung der Cysten-
haut geht auch in ihrem ersten Auftreten bei diesen jungen Thieren in derselben Weise vor sich, wie es von la Valette St. George von erwachsenen Amphibien beschrieben hat. Der Kern der Spermatogonie theilt sich maulbeerförmig¹⁾; das Zellprotoplasma innerhalb der Follikelhaut folgt bald diesem rapiden Theilungsprocess des Kernes, und aus den so entstandenen Zellen liefern eine grössere oder kleinere Zahl von peripher gelegenen die Cysten-
haut; die centralen theilen sich weiter und wandeln sich nach und nach zu Samen-
fäden um, beständig von ihren Hüllen — Cysten- und Follikelhaut — eingeschlossen, die sie wie das Ei erst bei ihrer Reife durchbrechen.

Man muss nun festhalten, dass die Cysten-
haut eine Bildung späteren Datums ist als die Follikelhaut; indem sowohl bei ganz jungen Thieren als auch bei erwachsenen die Follikelhaut weit eher vorhanden ist und die Zelle — die Spermatogonie — umgibt, aus der die Cysten-
haut und die von der Cysten-
haut eingeschlossenen Samen-
fäden hervorgehen.

Wer sich über das Vorhandensein der beiden Häute an den Samen-
follikeln der Amphibien schnell orientiren will, möge auf die Empfehlung von v. la Valette St. George den Hoden von *Bombinator igneus* als Musterobject benutzen. Die geeignetste Jahreszeit ist Ende Juli und Anfang August; weil alsdann schon genug grössere Follikel vorhanden sind und ihr Inhalt noch nicht zu Samen-
fäden umgewandelt ist, die durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen die Untersuchung erschweren. An feinen Schnitten in Alcohol gehärteter Hoden aus dieser Jahreszeit sieht man beide Häute deutlich, wie Fig. 53 zeigt. Die Cysten-
haut allein bringt man am besten durch Abstreifen mit der Messerklinge von

1) Vergl. Fig. 50 aus dem Hoden von *Bombinator igneus* und Fig. 67 aus dem Hoden von *Rana fusca*.

der Schnittfläche frischer Hoden zur Ansicht, indem man in Humor aqueus desselben Thieres untersucht. Bei *Bombinator igneus* ist die Cystenhaut so resistent, dass fast in jedem Präparat unverletzte Cysten in grosser Zahl angetroffen werden, was bei den übrigen Amphibien keineswegs immer der Fall ist. Auch noch aus einem anderen Grunde verdient *Bombinator igneus* den Vorzug; weil nämlich in der Cystenhaut durchschnittlich 8 bis 10 Kerne gelegen sind, während bei *Rana fusca* fast regelmässig nur ein Kern, höchstens deren zwei angetroffen werden. Bei *Bombinator igneus* kann man frische Cysten mit ganz fertigen Samenfäden im Innern isoliren, was bei *Rana* niemals gelingt.

Man darf sich nun bei der Untersuchung der Amphibienhoden nicht der Hoffnung hingeben, beim Abstreifen mit der Messerklinge vom frischen Präparat nur intacte Cysten zu finden. Das ist keineswegs der Fall, da die Cystenhaut sehr leicht zerreisslich ist. Namentlich platzen diejenigen Cysten leicht, deren Inhalt schon einen hohen Entwicklungsgrad erreicht hat, vielleicht schon in fertige Samenfäden umgewandelt ist. Man findet demgemäss in einem frischen Präparat vom Hoden: freie Samenfäden, einzelne amöboide Zellen und grössere amöboide Zellenhaufen oder ruhende Kugeln von Zellen. Die Kugeln von Samenbildungszellen sind nicht mit den Samenfollikeln oder Cysten zu verwechseln; sie sind vielmehr Bruchstücke der Follikel aus den Umbüllungshäuten herausgerissen und, wie alle amöboiden Zellen, beim Absterben zu Kugeln zusammengefloßen. Die unverletzten Cysten haben eine ächte Haut, worin bei *Bombinator* viele, bei *Rana esculenta* einige und bei *Rana fusca* nur ein bis zwei Kerne eingelagert sind. Die Kugeln sind hüllenlos, sie entbehren einer Membran. Die Cysten, so lange sie unverletzt sind, zeigen wegen der vorhandenen Cystenhaut keine amöboide Bewegung, sie sind ausserdem leicht durch die relativen Verhältnisse ihres Umfanges zur Zahl und Grösse der in ihnen enthaltenen Zellen von den nackten Kugeln zu unterscheiden. Man braucht nur einmal kurze Zeit nach dem Laichgeschäft einen feinen Schnitt eines in Alcohol gehärteten Amphibienhodens zu durchmustern, um sich davon zu überzeugen, dass in den grossen Follikeln viele und kleine Zellen, in den kleinen Follikeln dagegen wenige aber grosse Zellen gelegen sind. In den nackten Kugeln herrscht diese Gesetzmässigkeit nicht; wohl aber in den frisch isolirten unverletzten Cysten. Man wird vergeblich

nach einer Haut und ihren Kernen bei den Kugeln suchen; die „Haut“ der Kugeln ist nichts Anderes als die erhärtete Rindenschicht des Protoplasma's einer unregelmässigen Zahl zusammengeballter Spermatocyten.

Das Vorhandensein zweier ächten Häute an den Samenballen der Amphibien hindert natürlich nicht, den Vergleich zwischen den Geschlechtsstoffen durchzuführen. Der Entstehung nach sind Spermatogonie und Eizelle, die ♂ Follikelhaut und das ♀ Follikel-epithel homologe Theile. Die Cysten-epithel ist eine dem männlichen Geschlecht ausschliesslich zukommende spätere Bildung: mit den Samenzellen zugleich durch Theilung aus der Spermatogonie hervorgegangen. Es bleibt also auch der fertige Samenfollikel dem Eifollikel homolog, da zur Bildung der Cysten-epithel keine neuen Elemente von Aussen her aufgenommen werden.

Für die Teleostier erlaube ich mir, auf das im zweiten Abschnitt über die erste Entwicklung der Geschlechtsorgane Gesagte hinzuweisen. Hieran anknüpfend erwähne ich den in jüngster Zeit von Brock ¹⁾ geführten Nachweis des Follikelepithels beim Teleostierei, dessen Existenz His für gewisse Stadien bestimmt in Abrede gestellt hatte. In der Arbeit Brock's (pag. 561) findet man eine erschöpfende Zusammenstellung der diesbezüglichen Literatur und im Anschluss an Ludwig ²⁾ eine Widerlegung der Ansicht von His. Auf den von Brock unentschieden gelassenen Bildungsmodus des Follikelepithels der Fischeier wird im folgenden Abschnitt näher eingegangen werden. Hier gilt es, die bis jetzt unbekannte homologe Bildung im Hoden der Knochenfische aufzusuchen. Das von Brock in Fig. 1 abgebildete Stadium vom Hoden des *Alburnus lucidus* ist in der Entwicklung noch nicht so weit vorgeschritten, als dass es schon zur Bildung von Samenfollikeln gekommen wäre. Auf das Studium der [Samenentwicklung ist Brock nicht eingegangen, und es ist deshalb wohl erlaubt, aus seiner Nomenklatur die Bezeichnung „Follikel“ auszumerzen und nur den gleichfalls angewandten Ausdruck „Acinus“ beizubehalten. Brock bezeichnet nämlich sowohl mit „Follikel“ als „Acinus“ das einem Hodenschlauch oder Hodencanal äquivalente Element. Wir haben die Gründe hierfür oben auseinandergesetzt. Follikelbildung

1) J. Brock: Morphologisches Jahrbuch, IV. Bd. pag. 505 sqq.

2) Ludwig: Ueber die Eibildung im Thierreich, pag. 147.

kommt innerhalb der Acini vor; die beiden Bezeichnungen können demgemäss nicht promiscue gebraucht werden.

Im zweiten Abschnitt wurde mit grosser Wahrscheinlichkeit dargethan, dass wie bei den Batrachiern, so auch bei den Teleostiern Spermatogonien und Follikelzellen zugleich aus Primordialsamenzellen hervorgehen. In Fig. 76b ist ein maulbeerförmig getheilter Kern einer Spermatogonie aus dem Hoden von *Cyprinus erythrophthalmus*, im November frisch in Jodserum untersucht, dargestellt. Es ist somit wohl unzweifelhaft, dass der bei Batrachiern geschilderte Vorgang der Follikelbildung im Hoden, der ja ebenfalls durch maulbeerförmige Kerntheilung der Spermatogonien eingeleitet wird, auch bei den Teleostiern Platz greift.

Ich will nun versuchen den Bau eines Teleostierhodens zur Zeit des Bestehens ächter Follikel im Zusammenhang zu schildern. Ein passendes Object ist der Hoden von *Cyprinus erythrophthalmus* im November.

Die Hoden stellen zwei compacte Säulen dar, die bis zur Leber auf beiden Seiten des Darmes in die Höhe reichen. Die Ausführungsgänge verlaufen im unteren Abschnitt der Bauchhöhle frei und münden hinter dem After: haben sie die Hoden erreicht, so legen sie sich ihnen dorsalwärts an. Die äussere Oberfläche der Hoden ist glatt; das Innere durch spärliches Bindegewebe, worin die Blutgefässe verlaufen, in Abtheilungen gebracht, die ihrer Gestalt nach den Namen Acini verdienen und einem Hodenschlauch der Säugethiere aequivalent sind. Die Acini sind von einer kernhaltigen *Membrana propria* umgeben, zeigen ein Lumen im Innern, an das von der *Membrana propria* her die einzelnen Samenfollikel heranreichen. Diese Samenfollikel haben eine kernhaltige Membran und je nach ihrer Grösse einen verschiedenen Inhalt. Die kleineren enthalten in der Follikelhaut eingeschlossen grössere Zellen mit granulirten Kernen; die grösseren Follikel sind aus einer grossen Zahl kleiner Zellen mit glänzenden Kernen zusammengesetzt. An der *Membrana propria* finden sich bei aufmerksamer Betrachtung und hinreichend feinen Schnitten erhärteter Hoden, Spermatogonien d. h. grosse Zellen mit ungetheiltem Kern und solche, deren Kern schon eine maulbeerförmige Theilung eingegangen ist.

Um den Nachweis zu erbringen, dass wir es im Hoden mit ächten Follikeln zu thuu haben, das heisst mit einer verschiedenen

grossen Zahl von Samenzellen in eine kernhaltige Membran eingeschlossen, ist es nöthig Isolationspräparate herzustellen. Man gewinnt diese, wenn man nach der Vorschrift von la Valette St. George's mit der Messerklinge vom frischen Hoden abgestreifte Gewebstheile in Humor aqueus oder Jodserum untersucht. Doch ist bei Fischen die Follikelhaut so zart, dass es nicht so leicht wie bei Batrachiern oder Insecten gelingt, die Follikel unversehrt zu erhalten. Man gewinnt schon eher überzeugende Präparate, wenn man kleine Hodentheile einen Tag lang in 5% molybdänsaurem Ammoniak aufbewahrt und dann mit der Messerklinge abgestreifte Partikelchen in der Conservirungsflüssigkeit untersucht. In Figur 51 ist ein auf diese Weise isolirter Follikel mit deutlich kernhaltiger Membran dargestellt; sein Umfang, die Grösse und Beschaffenheit der in ihm enthaltenen Zellen stimmen genau mit den Verhältnissen unzweifelhafter Follikel wie sie auf feinen Schnitten in Alkohol erhärteter Hoden gefunden werden. Man möge hierzu Fig. 73 vergleichen.

In den frisch untersuchten Präparaten trifft man, wie in allen nicht geschlechtsreifen Hoden der Wirbelthiere, neben den selten unversehrten Follikeln Bruchstücke derselben, die theils amoeboid wie es Figg. 77, 78 und 79 zeigen oder unbeweglich kugelförmig sind. In diesen Kugeln steht wiederum wie bei Batrachiern der Inhalt in keinem Verhältniss zum Umfange, wie es bei unverletzten Follikeln der Fall ist. Man kann auch ganz bequem den Nachweis der Entstehung dieser Kugeln führen. Hat man einen unverletzten Follikel im Praeparat aufgefunden, so verdränge man die indifferente Zusatzflüssigkeit allmählig durch Wasser. Im Anfang wird die Follikelhaut noch deutlicher; alle Kerne treten klar und scharf hervor; bald aber platzt die Follikelhaut, und aus dem Inneren tritt eine grössere Anzahl meist kugliger Bruchstücke hervor, deren periphere Schicht unter dem Einflusse des Wassers erstarrt. Diese Kunstproducte sind es, welche von der weitverbreiteten Annahme einer endogenen Entstehung von Samenbildungszellen in sogenannten Mutterzellen geführt haben. Es gibt aber keine endogene Zellbildung, wie von la Valette St. George schon vor vielen Jahren hervorgehoben hat; sondern alle Samenfäden einer Cyste gehen durch fortgesetzte Theilung der Spermatogonie hervor, und die supponirten Mutterzellen, in denen die Spermatosomen sich entwickeln sollen, existiren in Wahrheit nicht,

sondern werden durch die kuglige Begrenzung der Theilstücke eines gesprengten Follikels vorgetäuscht. Eine eigene Cystenhaut oder einen Cystenkernel habe ich bis jetzt bei Knochenfischen noch nicht beobachtet. Bei 8 cm (ohne Schwanzflosse) langen ♂ *Tinca chrysis* war die Anordnung der Theile und der feinere Bau des strangförmigen und noch durchscheinenden Hodens dieselbe wie sie vorher von *Cyprinus* beschrieben wurde. Im Innern der Hodenacini fanden sich Spermatogonien und ächte Samenfollikel, die auch frisch isolirt wurden. Es verdient wohl nochmals hervorgehoben zu werden, dass mit der Reifung der Samenkörper die Follikelhaut immer zarter wird und ihre Kerne allmählig verschwinden, so dass bei völliger Reife der Samenfäden keine intacten Follikel mehr isolirt werden können. Da sie aber, so lange die zellige Natur der Spermatocyten noch erhalten ist, bestehen, so wird man mit Rücksicht auf die entwicklungsgeschichtlichen Daten bei den Teleostiern Samen- und Eifollikel homologisiren können.

Auch bei den Plagiostomen entspricht zweifellos der Samenfollikel dem Eifollikel, wie es von la Valette St. George in dem Programm der Bonner Universität vom Jahre 1878 (*De Spermatosomatum evolutione in Plagiostomis*) ausgesprochen hat. Es ist jedoch vorläufig noch nicht erlaubt, eine völlige Homologie der Theile zu behaupten; da Semper zwar die functionellen Theile des Hodens und Eierstocks vom Keimepithel entstehen lässt; doch mit dem Unterschiede, dass beim Eierstock die Primordialeier, beim Hoden die Follikelepithelien derselben zu den eigentlichen Geschlechtsstoffen heranreifen (cf. Semper, *Das Urogenitalsystem der Plagiostomen* pag. 392). Wir werden im allgemeinen Theil ausführlich hierauf zurückkommen.

Von Petromyzonten habe ich bis jetzt nur Thiere mit fast völlig reifen Geschlechtsstoffen zu untersuchen Gelegenheit gehabt.

In den Hoden waren nur ausgebildete Spermatozoen vorhanden, und der Nachweis einer Follikelhaut gelang nicht mehr, wie dies wohl erwartet werden konnte. Die Ovarien der Anfangs Dezember untersuchten Weibchen stellen zwei krausenförmige, langgezogene Organe dar; Säcke, in deren Inneres zipfelartige mit undurchsichtigen Eiern besetzte Vorsprünge hineinragten. Die Eier waren alle auf derselben Entwicklungsstufe, was sehr wohl zu den Angaben passt, welche über das Absterben der Petromyzonten nach dem Laichgeschäft gemacht worden sind. In seiner schönen Ab-

handlung über den Befruchtungsvorgang beim Ei von *Petromyzon Planeri* (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. XXX, pag. 437sqq.) hat Calberla auch verschiedene Mittheilungen über das Eierstocksei dieser Fische gemacht, und dabei vorzüglich die Umwandlungen des Keimbläschen und den Micropylenapparat, Einzelheiten, die für die Zwecke seiner Arbeit von Bedeutung waren, berücksichtigt. Ich kann aus eigener Erfahrung seine Beobachtungen über die Wandlungen des Keimbläschen bestätigen; dasselbe hat zuerst nur einen Keimfleck (Eierstock eines 12 cm langen *Ammocoetes* vom 18. Dezember) und bekommt erst später viele Keimflecke, ein Vorgang der bei den Knochenfischen und Amphibien sich in derselben Weise vollzieht. Calberla hat in seinen Zeichnungen das Follikelepithel des *Petromyzonteneies* nicht aufgenommen; es ist aber ganz sicher vorhanden und kann bei den der Reife nahen Eiern durch Wasserzusatz deutlich sichtbar gemacht werden; indem dann durch Imbibition die vorher platten Zellen aufquellen und deutliche Kerne zeigen. Nach aussen vom Follikelepithel liegt die bindegewebige *Theca folliculi*; nach innen vom Follikelepithel eine aus zwei Lamellen zusammengesetzte *Zona*, deren Porenkanäle wohl erst später als Anfang Dezember deutlich sichtbar werden. Die lamellöse Beschaffenheit der *Zona* hat Calberla richtig beschrieben und Gegenbaur¹⁾ (Ueber den Bau und die Entwicklung der Wirbelthiereier) hat etwas Aehnliches von der Dottermembran des reifen Hühnereies gemeldet. Uns interessirt hier das Vorhandensein des Follikelepithels, dessen aequivalente Bildung sich im Hoden zur geeigneten Jahreszeit, wohl im Sommer bis Herbst, wird gleichfalls nachweisen lassen; auch hier wird erst die Entwicklungsgeschichte eine Homologisirung der Theile gestatten.

Weiter reichen meine Beobachtungen bei Wirbelthieren nicht; doch glaube ich das gleichzeitige Vorkommen von Follikelepithel an den weiblichen Geschlechtsstoffen und einer Follikelhaut bei den männlichen als ein gesetzmässiges ansprechen zu dürfen. Es ist bei dem an Amphibien und Teleostiern geführten Nachweis von der Homologie dieser Theile auch zu erwarten, dass bei allen Wirbelthieren Ei und Spermatogonie, ♀ Follikelepithel und ♂ Follikelhaut als homologe Bildungen in Grundlage entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen werden erkannt werden.

1) Müller's Archiv 1861.

Bei den Wirbellosen sind die Hüllen der Geschlechtsproducte nicht so weit verbreitet, und kommen, auffallend genug, innerhalb eines Typus nicht allen Abtheilungen gleichmässig zu, was wohl eine tiefere Verschiedenheit der im System zusammengestellten Gruppen bezeichnen möchte, als man nach dem Bau der übrigen Organe erwarten sollte. Es liegt mir selbstverständlich fern, diesem Umstande ein grösseres Gewicht beizulegen.

Jedenfalls bezeichnet das Vorhandensein dieser Hüllen einen Fortschritt in der Organisation; da sie sowohl den niedrigsten Thieren, als den Jugendformen der höheren fehlen. —

Wir werden nunmehr eine Reihe von Abtheilungen der wirbellosen Thiere durchmustern und diejenigen voraufstellen, bei welchen ächte kernhaltige Hüllen der Geschlechtsstoffe vorhanden sind.

Von den Geschlechtsorganen der Cephalopoden hat in jüngster Zeit noch J. Brock berichtet ¹⁾. Nach seinen Untersuchungen würde die dem Follikelepithel des Eies entsprechende Follikelhaut an den Samenbündeln fehlen; dies ist jedoch nicht ganz zutreffend. Ich habe zwar nicht an frischen Hoden Untersuchungen anstellen können; aber ich glaube an dem vorzüglich in absolutem Alcohol conservirten Material soweit orientirt zu sein, um Folgendes mit Bestimmtheit vertreten zu können.

Wie Brock schon angegeben, findet man, der Membrana propria der Hodenschläuche direct aufsitzend, eine schöne regelmässige Mosaik grosser, meist gegen einander abgeplatteter Zellen: die Spermatogonien. Follikelzellen fehlen in dieser Schicht, man sieht aber an den kurz nach dem Laichgeschäft eingefangenen Exemplaren viele Kerne der Spermatogonien in maulbeerförmiger Theilung. Ich weiche nun in der Deutung der weiteren Befunde in sofern von Brock ab, als ich die Samenbildung, wie bei den übrigen Thieren, direct in dieser Schicht ihren Anfang nehmen lasse. Es finden sich nämlich oberhalb der Lage von Spermatogonien ächte Samenfollikel mit einem Inhalt, dessen Beziehungen zum Umfange der Follikel genau die schon bei früheren Gelegenheiten beschriebenen sind, und die in derselben Weise aus je einer Spermatogonie hervorgehen, wie dies von la Valette St. George zuerst bei Amphibien bewiesen hat. Wie bei den Vögeln, liegen aber auch bei den Cephalopoden stets mehrere Sätze

1) J. Brock, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 32, pag. 1 sqq.
Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. 18.

von Bildungsstadien zu Samenfäden übereinander, nicht nebeneinander, wie dies bei den Batrachiern der Fall ist; wo man nebeneinander, und der Membrana propria aufsitzend, zu bestimmten Jahreszeiten alle Stadien von der Spermatogonie bis zum reifen Samenfollikel findet. Bei den Cephalopoden ist dies ganz anders. Die Spermatogonien bilden eine continuirliche Schicht auf der Membrana propria und alle weiteren Entwicklungsstadien werden gegen das Lumen zu vorgeschoben, so dass bei Hoden mit völlig reifen Samenfäden diese ausschliesslich um das Lumen der Hodenschläuche gruppiert sind. Was Brock daher als Epithel bezeichnet, ist die Summe der unreifen Follikel, aus den von ihm als Matrix bezeichneten Spermatogonien hervorgegangen. Ob sich wie bei den Amphibien eine resistente Follikelhaut wird nachweisen lassen, weiss ich nicht. Man sieht aber in regelmässigen Intervallen, wie bei Säugethieren und Plagiostomen dies von la Valette St. George abgebildet hat, die Kerne von Follikelzellen deutlich die Abgrenzung der verschieden weit entwickelten Spermatoocyten in Follikel markiren. Je weiter man sich bei der Durchmusterung eines feinen Schnittes dem Lumen nähert, desto undeutlicher werden die Follikelkerne; an reifen Samenfädenbündeln sind keine Follikelkerne mehr nachweisbar, wie dies ja mit wenigen günstigen Ausnahmen — *Bombinator igneus*, einige Insecten — bei allen Thieren der Fall ist. Ich bedauere diese Angaben nicht durch Abbildungen erläutern zu können, und, vorläufig auf eine demnächst erscheinende Mittheilung über die Spermatogenese bei den Cephalopoden verweisend, mich mit dem Gegebenen bescheiden zu müssen.

Bei den Insecten sind die Hüllen der Geschlechtsorgane wohl kaum noch strittig, wenn auch die Auffassung derselben im Hoden eine verschiedene ist. So hat von la Valette St. George in seiner zweiten Mittheilung über die Genese der Samenkörper ¹⁾, namentlich aus den Hoden von *Tenebrio molitor*, „Samencysten“ beschrieben, deren kernhaltige Membran nach unserem Autor durch Verschmelzung der peripheren Schicht der Keimkugeln zu Stande

1) v. la Valette St. George: Ueber die Genese der Samenkörper, Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. III pag. 270; vergleiche auch Bd. X, Tafel 35, Figg. 43—47.

kommt. Bei Aphiden hat Balbiani ¹⁾ vom Hoden des *Drepanosiphum platanoides* in den sogenannten Follikeln Cysten beschrieben und ihre kernhaltige Umhüllungshaut durch Wucherung der Follikelwandung, d. i. der *Membrana propria*, erklärt. Auch in dieser Darstellung ist der Ausdruck Hodenfollikel besser durch den Namen Hodenbläschen, *Acinus*, zu ersetzen; die Cysten bezeichnen dann dasselbe wie unsere Samenfollikel. Bütschli ²⁾ zeichnet in der seinen beiden Abhandlungen beigegebenen Tafel XL deutliche Abtheilungen in den Hodenschläuchen, die er durch Zwischenwuchern des Hodenschlauchepithels entstanden denkt. Eine deutliche kerntragende Membran an den einzelnen Samenfäden oder Samenzellenballen zu isoliren, ist Bütschli nicht gelungen. Diese Membran existirt aber wirklich und ist mit Unrecht geleugnet worden. Man muss nur zu ihrer Darstellung ein geeignetes Object auswählen, da sie oft sehr zart gebildet ist, wie es ja auch grosse Unterschiede in der Entwicklung des Eifollikepithels giebt. Es empfiehlt sich am Meisten der von v. la Valette St. George schon untersuchte *Tenebrio molitor*. Hat man bei den Larven die Hoden herauspräparirt, so braucht man sie in Jodserum nur zu zerzupfen, um hier und da im Präparat die schönsten Follikel, deren Haut noch aus deutlichen Zellen zusammengesetzt ist und deren Inhalt ebenfalls noch aus zelligen Spermatocyten besteht, zu erhalten. Die Ausbeute an unverletzten Samenfollikeln ist reicher, wenn man dem Präparat, bevor man es in Jodserum zerzupft, durch einige Minuten lange Einwirkung von Ueberosmiumsäure mehr Consistenz gegeben hat. Durch kurzdauernde Einwirkung von absolutem Alkohol kann man auch schnittfähige Präparate gewinnen und sich hierbei überzeugen, dass der von v. la Valette St. George aufgestellte Bildungsmodus der Follikelhaut bei den Insecten der richtige ist. Es theilt sich die Spermatogonie; die peripherischen Theilstücke werden Zellen der Follikelhaut; die central gelegenen liefern durch fortgesetzte Theilung und Umbildung die Samenfäden des Follikels. Bei *Tenebrio molitor* ist an den reifen Samenfädenbündeln die Zusammensetzung der Follikelhaut aus Zellen verwischt; doch

1) Balbiani: Mémoire sur la génération des Aphides, Annales des sciences naturelles 1869, pag. 1 sqq.

2) Bütschli: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. XXI, pag. 402 und 526.

bleiben ihre Kerne sichtbar, wie es in Figg. 59 und 60 von dem erwachsenen Mehlwurm im August dargestellt ist. Hat man die Follikelhaut bei *Tenebrio molitor* einmal gesehen, so wird man bei schwierigeren Objecten, zu denen auch die Hoden von *Hydrophilus piceus* und *Blatta orientalis* gehören, sie nicht mehr verkennen.

Wie die Entwicklungsgeschichte lehrt ¹⁾ ist die Anlage der Geschlechtsdrüsen eine indifferente. Doch kann vorläufig eine durchgreifende Homologie bei den Insecten noch nicht mit Sicherheit aufgestellt werden; da nach den übereinstimmenden Angaben der Autoren das Follikelepithel mit dem Ei der Insecten aus gleichartigen Zellen des Keimfaches hervorgeht, aber nicht durch Abspaltung von einer Primordialzelle, wie es für die Samenfollikel der Insecten durch von la Valette St. George nachgewiesen wurde. Allein, wenn man bedenkt, dass in den Eiröhren der Insecten jedenfalls viele Eianlagen zu Grunde gehen, so wird man wohl vermuthen dürfen, dass sich vielleicht die eigentliche Bildung der Granulosa der bleibenden Eizellen bei der Kleinheit der Elemente bisher nicht hat aufdecken lassen, und dass sie in ähnlicher Weise wie im Hoden erfolge. Ausser der von den Amphibien und Teleostiern gebotenen Analogie gewinnt die Annahme, dass die Granulosa sich durch Abspaltung vom Primordialei bilde, noch sehr viel an Wahrscheinlichkeit durch die Beobachtungen Spengel's an *Bonellia* ²⁾, wo unter den vielen gleichen Zellen eines Keimfaches nur eine einzige zum Ei heranreift. Die übrigen Zellen bleiben klein, umgeben das Ei aber nicht als Granulosa und betheiligen sich auch nicht an der Ausbildung der Dotterhaut, sondern gehen einfach zu Grunde. Man würde demgemäss annehmen können, dass von den Eianlagen des blinden Ovarialendes der Insecten nur wenige, wie es in der That der Fall ist, zu Eiern heranreifen. Die übrigen gleichartigen Zellen des Keimfaches würden aber nicht zur Granulosa der bevorzugten Zellen werden, sondern zu Grunde gehen. Die Entstehung der Granulosa der Eier durch Ab-

1) H. Meyer: Ueber die Entwicklung des Fettkörpers, der Tracheen und der keimbereitenden Geschlechtstheile bei den Lepidopteren. Ztschr. f. w. Zool. Bd. I.

Leydig: Der Eierstock und die Samentasche der Insecten, 1866 pag. 55.

A. Brandt: Ueber das Ei und seine Bildungsstätte, Leipzig 1878.

2) J. W. Spengel, Beiträge zur Kenntniss der Gephyreen (Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel, I. Bd.).

spaltung vom Primordialei gedacht, würde eine maulbeerförmige Kerntheilung vermuthen lassen, die ich im Keimfach allerdings noch nicht gesehen habe. Weitere Untersuchungen müssen definitive Entscheidung bringen; wir begnügen uns vorläufig mit dem Nachweis zelliger Hüllen an den Geschlechtsstoffen der Insecten und vermuthen, dass diese Hüllen gleichen Ursprung haben.

Von den Generationsorganen der Crustaceen habe ich bis jetzt nur den Hoden von *Astacus fluviatilis* zu verschiedenen Jahreszeiten untersuchen können; doch lehrt eine Zusammenstellung der in den Arbeiten von Leydig, Claus, Waldeyer u. A. gemachten Angaben und ein Vergleich der beigegebenen Zeichnungen, dass unter den Crustaceen die zelligen Hüllen der Keimstoffe beider Geschlechter entweder gleichzeitig vorhanden sind oder fehlen. Es sei erlaubt, dies an einigen Beispielen zu erläutern.

Von *Astacus fluviatilis* beschreibt Waldeyer¹⁾ eine Granulosamembran der Eier, die in ähnlicher Weise wie bei den Wirbelthieren mit den Eizellen gleicher Abkunft sei. Ei und Granulosa entstehen in der Weise vom Keimepithel, dass eine Zelle sich durch Wachsthum hervorthut und von den benachbarten, klein gebliebenen Zellen umgeben wird.

Nach den neuesten Untersuchungen Grobben's²⁾ würde man im Hoden des *Astacus* eine dem Eifollikelepithel gleichwerthige Bildung vermissen. Ich will nun von vornherein bemerken, dass die Beobachtungen Grobben's durchaus richtig und correct sind, dass dieselben aber, sobald man die Verhältnisse in den der Reife nahen Hoden berücksichtigt, sehr wohl eine andere Deutung zulassen. Die Bildung der Samenzellen geht nämlich in derselben Weise vor sich, wie bei den Wirbelthieren, mit dem Unterschiede freilich, dass die Spermatocyten ihre Zellnatur mehr oder weniger beibehalten. In den Wintermonaten findet man in den durchscheinenden Acinis der Hoden zweierlei Gebilde vor; grosse Zellen: Spermatogonien und zwischen diesen, in derselben Weise gruppiert, wie es Grobben in Fig. 1 Tafel V abgebildet hat, die Kerne der Follikelzellen; auch in diesem oder jenem Acinus reife, bei der überstandenen Brunstperiode nicht entleerte Spermatosomen; wohl

1) Waldeyer: Eierstock und Ei, pag. 85.

2) C. Grobben: Beiträge zur Kenntniss der männlichen Geschlechtsorgane der Decapoden. Wien 1878.

ein untrügliches Zeichen, dass die alten Acini nicht zu Grunde gehen, und dass die Regeneration in derselben Weise wie bei den meisten Wirbelthieren abläuft. Grobben nennt die Spermatogonien Spermatoblasten, unsere Follikelzellen dagegen Ersatzkeime und nimmt an, dass durch Vergrößerung der Follikelzellen die Spermatoblasten entstünden. Untersucht man aber den Krebs Hoden im August, so findet man in den vergrößerten Acinis ächte Samenfollikel, Gruppen von Spermatoocyten, die durch regelmässig gestellte Follikelzellenkerne von einander abgegrenzt sind. Es muss dies nochmals besonders betont werden, dass man von den Follikelzellen zu allen Jahreszeiten nur die Kerne erkennen kann und keine deutliche Zellengrenzen, so dass die Vorstellung, diese Kerne seien in eine Membran eingelagert, sehr gestützt wird. Zur Untersuchung empfehle ich feine Schnitte durch Hoden, die eine halbe Stunde etwa in absolutem Alcohol gehärtet wurden; doch erkennt man dasselbe auch an frischen Zerzupfungspräparaten. Dass nun unsere Auffassung von der Natur der von Grobben Ersatzkeime genannten Kerne die richtige sei, geht auch wohl daraus hervor, dass man dieselben nicht allein an der Basis, sondern auch zwischen den einzelnen Spermatoocytengruppen (Follikel) und an der Begrenzung gegen das Lumen sieht. Es ist mir jedoch bis jetzt nicht gelungen, die Herkunft der Follikelzellen nachzuweisen; ich hoffe dies nachzuholen, da ich bis jetzt noch keine continuirliche über das ganze Jahr sich erstreckende Untersuchungsreihe besitze. Wir fügen also die Spermatogenese bei *Astacus fluviatilis* dem allgemeinen Gesetz von la Valette St. George's ein: durch Theilung der Spermatogonien entstehen Spermatoocyten, welche durch die zwischen den Spermatogonien gelagerten Follikelzellen umhüllt und gruppenweise angeordnet werden, so dass in jedem Follikel die Abkömmlinge einer Spermatogonie den ganzen von Grobben trefflich geschilderten Umwandlungsprocess zu Spermatosomen durchmachen. Grobben selbst führt einen Vergleich zwischen Hoden und Eierstock durch, worin er dieselben Theile gleichsetzt, deren Homologie wir früher ausgesprochen haben. Allein mit der Zurückweisung der Bedeutung der Follikelzellen im Hoden, welche Grobben ihnen beilegt, müssen wir einen Widerspruch gegen seine Auffassung der Eifollikelepithelien vereinigen. Beide Bildungen, die männliche Follikelhaut und das weibliche Follikelepithel, sind vergleichbar; aber nicht in dem Sinne Grobben's, dass sie Er-

satzkeime darstellen; sondern deshalb weil beide vergängliche Hüllen der Geschlechtsstoffe abgeben.

Wir werden von nun ab einige Beispiele vorführen, wo männliche und weibliche Geschlechtsstoffe der zelligen Hüllen entbehren. Unter den Crustaceen sind es, wie ich aus einem Vergleich der diesbezüglichen Literatur feststellen konnte, die Phyllopoden und Copepoden. Für die erste Ordnung habe ich Leydig's Werk: Naturgeschichte der Daphniden, für die zweite das von Claus: Die freilebenden Copepoden, als Quelle benutzt.

Nach Leydig entbehren die Eier der Daphniden einer Granulosa; im Hoden und zwar im blinden Ende der Schläuche kommt nur eine Art von Zellen vor, aus denen sich die Samenkörper entwickeln. Man vergleiche die Generationsorgane der in Fig. 46 dargestellten weiblichen *Sida crystallina* mit den in Fig. 47 derselben Tafel VI dargestellten eines männlichen Thieres; ebenso das Ovarium von *Daphnia longispina* auf Tafel II Fig. 16 mit dem Hoden von *Daphnia rectirostris* auf Tafel X Fig. 77. Vom Hoden der *Sida crystallina* hat auch Grobben eine Abbildung (Fig. 10 Tafel V l. c.) gegeben. Das Interessante am Hoden der *Sida crystallina* ist nicht die Bildung der Samenkörper von einem blinden Keimfach aus, sondern das Fehlen der Follikelzellen, deren gleichwerthige Bildung im Eierstock des Thieres ebenfalls fehlt; da, wie gesagt, die Eier der *Sida crystallina* einer Membrana granulosa entbehren. Es gibt auch bei den Wirbelthieren beide Arten der Anordnung der Spermatogonien wie bei den Crustaceen, ohne dass desshalb in dem mit *Sida crystallina* vergleichbaren Falle die Follikelzellen fehlten. Im Hoden der *Sida crystallina* wird von einer bestimmten Stelle aus für den Nachwuchs gesorgt, wie wir es bei den Hoden der Rochen und Haie durch Semper kennen gelernt haben. Bei *Astacus fluviatilis* sind dagegen, wie bei Säugethieren etwa, die Zellen für den Nachwuchs an der Membrana propria der persistirenden Hodenschläuche überall gelagert. Es ist nun nicht der Modus der Regeneration der Geschlechtsstoffe, welcher bei *Sida* das Fehlen der bei *Astacus* zu beobachtenden Follikelzellen bedingt; denn bei den Rochen und Haien kommen in den reifen Ampullen ächte Follikelzellen vor, obwohl sie ganz sicher nicht zur Neubildung dienen, da die ganzen Ampullen zu Grunde gehen, nachdem sie sich der Samenkörper entledigt haben. Man findet aber bei Rochen und Haien Follikelzellen in den Hodenam-

pullen und eine Granulosa der Eier gleichzeitig wie bei *Astacus*; man vermisst Beides gleichzeitig bei *Sida crystallina*. Die Ersatzkeime des blinden Keimfaches im Hoden der *Sida crystallina* sind demgemäss nicht in Form der Follikelzellen unter die eben zur Entwicklung gelangenden Spermatogonien im Hoden von *Astacus* gemischt, sondern es fehlen bei *Sida* die hüllenden Follikelzellen im Hoden und Ovarium, während sie bei *Astacus* sich finden.

Für die Copepoden bitte ich in dem oben angeführten Werke von Claus die Figg. 6 und 7 auf Tafel IV zu vergleichen. Der auf Tafel V Fig. 12 a dargestellte Hoden von *Euchaeta* lässt ebenfalls nur einerlei Elemente erkennen und gleicht dem in Fig. 12 b derselben Tafel dargestellten Eierstock eines anderen Copepoden — *Cetochilus longiremis* — durchaus. Eier und Samenballen entbehren einer zelligen Hülle.

Es gibt somit unter den Crustaceen Ordnungen, deren Geschlechtsstoffe, wie bei den Wirbelthieren, mit einer zelligen Hülle umgeben sind, so bei *Astacus*. Andere Crustaceen (*Sida*) entbehren der zelligen Hüllen an den Zeugungsproducten und bei diesen ist im Hoden ein Modus der Neubildung erhalten, wie es bei vielen anderen Thieren, namentlich Würmern, und unter den Wirbelthieren bei Plagiostomen vorkommt und im Ovarium bei allen Thieren sich erhalten hat; da in allen Ovarien, sei es von einem blinden Keimfache, oder sei es von der Oberfläche her die Neubildung der Eier sich vollzieht, und niemals in den alten Eischläuchen, wie bei den Hodenschläuchen der höher organisirten Thiere, eine neue Generation von Geschlechtsstoffen entsteht.

Bei den Würmern kenne ich aus eigener Anschauung nur die Generationsorgane von *Lumbricus terrestris*, *Haemopsis vorax* und *Tubifex rivulorum*. Eier sowie Samenballen entbehren einer zelligen Hülle. Nach der Zusammenstellung Ludwig's (Ueber die Eibildung im Thierreich p. 78) fehlt bei allen Würmern eine *Membrana granulosa* an den Eiern; es steht zu erwarten, dass in Uebereinstimmung damit die Spermatogemmen der Würmer ebenfalls nackte Zellenhaufen darstellen, wie es bei den von mir untersuchten Species der Fall ist, wo auch die reifen Samenfäden nur durch eine im Centrum der Samenballen gelagerte Protoplasma-masse und durch keine zellige Hülle zusammengehalten werden. Die centrale Protoplasma-kugel findet ihr Analogon in den Protoplasma-resten der Samenfollikel höherer Thiere, die allerdings in

anderer Anordnung innerhalb der Follikel nach Ausbildung der Samenfäden angetroffen werden. Man vergleiche hierzu die Figuren 12, 31, 32 der zur Abhandlung von la Valette St. George's (*De Spermatosomatum evolutione in Plagiostomis*) beigegebenen Tafel und unsere Fig. 70 von *Rana fusca* im August. Diese verschiedene Anordnung bei niederen und höheren Thieren tritt jedoch nicht unvermittelt auf; es finden sich Uebergänge dazu im Laufe der Samenfädenentwicklung bei den höheren Thieren. Beginnen nämlich die in ihren Häuten eingeschlossenen Spermatocyten der *Rana fusca* die charakteristische Umwandlung zu Spermatozoonen, was von Ende Juli bis September beobachtet werden kann, so gruppieren sich die Elemente an den Wänden des Follikels in der Weise, dass die langgezogenen Kerne, jetzt wohl schon Köpfe der Samenfäden, der Cystenhaut dicht anliegen; der Rest des zur Bildung der Schwanzfäden untersuchten Protoplasma's liegt central rings von den Köpfen der Spermatozoonen eingeschlossen. Erst später sind alle Samenfäden gleich gerichtet: die Köpfe nach unten gegen die Membrana propria, der Protoplasma-rest, wie es Fig. 70 zeigt, gegen das Lumen der Hodenschläuche zu gewandt.

Die Spermatogenese bei den Mollusken ist zwar noch nicht über das Stadium der Spermatoblastentheorie hinausgekommen, wie die neueste Arbeit von M. Duval¹⁾ beweist; doch scheint nach allen seit Meckel²⁾ über diesen Gegenstand gegebenen Darstellungen weder an den Eiern noch an den Samenballen der zwittrigen Gastropoden eine zellige Hülle vorzukommen.

Von Echinodermen habe ich *Asteracanthion rubens* untersucht; Eier und Samenballen sind von keiner besonderen zelligen Hülle umgeben; dasselbe gilt von den Geschlechtsproducten der Schwämme³⁾. Wie Ludwig⁴⁾ berichtet, ist am Ei der Holothurien von verschiedenen Autoren ein Follikelepithel nachgewiesen worden. Ich habe mir bis jetzt Semper's grosses Werk über die Holothurien nicht verschaffen können; kann daher vorläufig über die Uebereinstimmung der fraglichen Theile bei diesen Thieren Nichts angeben.

1) La spermatogénèse étudiée chez les Gastéropodes pulmonés. *Journal de Micrographie* 1879.

2) Ueber den Geschlechtsapparat einiger hermaphroditischer Thiere. *Müller's Archiv* 1844. Tafel XIV.

3) Vergl. Haeckel: *Kalkschwämme*.

4) Ueber Eibildung im Thierreich, pag. 14 und 15.

IV.

Von der Regeneration der Geschlechtsstoffe.

In den beiden ersten Abschnitten wurde gezeigt, dass bei Amphibien und Teleostiern Eier und Samenfäden aus indifferenten Geschlechts-Zellen hervorgehen und bei ihrer ersten Entstehung einer ganzen Reihe gemeinschaftlicher Veränderungen unterliegen; die Frage nach der Regeneration der Geschlechtsstoffe im erwachsenen Thier gewann dadurch einen gewaltigen Reiz und wie schon Pflüger¹⁾ für die Eier der Säugethiere dargethan hat, so konnten auch wir an erwachsenen Amphibien und Teleostiern einen cyclischen, von Brunst zu Brunst wiederkehrenden Process der Neubildung erkennen, der im Wesentlichen eine einfache Wiederholung der ersten Entwicklungsvorgänge darstellt.

Seitdem Pflüger darauf hingewiesen, dass zum Studium der Regenerationsvorgänge in den Ovarien die Beobachtungszeit über ein ganzes Jahr ausgedehnt werden müsse, haben Viele ihre Untersuchungen schon in dieser Weise angestellt, und auch wir haben diese Mahnung befolgt. Wir werden demgemäss eine kurze Beschreibung vom Inhalt der Hodencanäle und der Ovarien zu verschiedenen Jahreszeiten geben und beginnen mit der männlichen Geschlechtsdrüse von *Rana fusca*.

Die Hoden der *Rana fusca* zu Ende des Begattungsgeschäftes sind klein und resistent; die Samenblasen voll einer milchigen Flüssigkeit, worin bewegliche Spermatozoonen und amoeboide Zellen suspendirt sind. Auf dem frischen Querschnitt des Hodens sind die Schläuche deutlich zu erkennen; ihr abgestreifter Inhalt, in Humor aqueus untersucht, besteht aus entleerten Cysten, wie sie von la Valette St. George auf Tafel XXXIV in Fig. 10–12 seiner Abhandlung über die Spermatogenese bei den Amphibien abgebildet hat; man sieht Spermatogonien mit grossem Kern (bis zu $21,6\mu$), der auch hin und wieder in maulbeerförmiger Theilung begriffen ist. Nur selten erhält man Spermatogonien von einem Kranze kleiner Zellenkerne umstellt, wie es Fig. 49 aus dem Hoden einer *Rana fusca* zu Ende Juli zeigt. Die kleinen Zellenkerne

1) Ueber die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen, Leipzig 1863, pag. 90, 91.

an der Peripherie solcher Spermatogonien gehören der Follikelhaut an, was leicht an feinen Schnitten durch erhärtete Hoden dargethan werden kann. Neben diesen grösseren Elementen, den nackten Spermatogonien, die sich, wie von la Valette St. George zuerst beschrieb, durch amoeboiden Bewegung auszeichnen, trifft man auf kleinere Zellen, freie Kerne von $7-15\mu$ Durchmesser; es sind dies die Theilproducte der Spermatogonien. Feine Schnitte in Alcohol gehärteter Hoden zeigen, namentlich auf dem Querschnitt der Canäle, ein eigenthümliches Bild. An der Membrana propria sitzen in ihrer Follikelhaut die Spermatogonien, theils ungetheilt, theils mit maulbeerförmig getheiltem Kern; daneben solche Follikel, die schon vier oder acht Zellen enthalten, deren Grösse mit den im frischen Präparat gefundenen übereinstimmt. Nach innen von diesen Entwicklungsstufen der Samenfäden ragen, gegen das Lumen wie ein Wald von Lanzen convergirend, hohle, zusammengefallene, stumpfzipflige Säckchen: die letzten Reste der Samenfollikel. Ich besitze ein Präparat, wo die Entleerung der Samenfollikel so vollständig geworden, dass im ganzen Hoden kein reifer Samenfaden mehr zu finden war; meistens trifft man sie aber noch frei im Lumen der Schläuche auch noch später als zu Anfang April: ein Umstand, der die Untersuchung wesentlich erschwert. Fig. 71 stellt einen entleerten Samenfollikel dar, dessen Cystenkerne bei Ck undeutlich hervorschimmern; die Basis des geplatzten Follikels wird durch eine in Theilung begriffene Spermatogonie von der Membrana propria des Hodenschlauches abgehoben; die Spitze desselben ragt frei in das Lumen des Hodenschlauches hinein.

Im Juni findet man an der Wand der Hodencanäle im Wesentlichen noch das vorherbeschriebene Bild; die Zahl der Spermatoocyten in den angelegten Follikeln ist noch nicht gross; aber die in der vorausgegangenen Brunst entleerten Follikel finden sich jetzt als verfettete Blasen, mit ihrem einstigen Inhalt, einigen zurückgebliebenen Samenfäden gemischt, im Lumen der Schläuche vor. Die alten Follikelreste lassen keine Organisation mehr erkennen; wenn schon im April, auch nach Behandlung mit *Argentum nitricum*, (cf. von la Valette St. George) keine Zellengrenzen an ihnen mehr nachgewiesen werden konnten, so ist im Juni selbst der im April immerhin noch sichtbare Cystenkerne ganz in Fettkügelchen aufgegangen. Damit dürfte der Nachweis erbracht

sein, dass von den alten Samenfollikeln, oder von ihrem Cysten-
kern, wie man vermuthen könnte, die Regeneration nicht ausgeht.
Der ganze Follikel wird entleert; sein Inhalt, die Samenfäden, zur
Zeit der Brunst; die Hüllen bald darauf, nachdem sie fettig ent-
artet sind.

Bis in den Monat September hinein dauert bei *Rana fusca*
die Entwicklung der Samenfäden; die Hoden schwellen mächtig
an und werden wegen der vielen in den Follikeln aufgespeicherten
fertigen Samenkörper weicher, als sie es vorher waren. Die rei-
fenden Follikel, zuerst breitbasig der Membrana propria der Hoden-
canäle aufsitzend, werden durch den jungen Nachwuchs seitlich
zusammengepresst und flaschenförmig verlängert, bis im October
die Follikel sämmtlich schmal und gestreckt geworden sind, und
neben ihnen nur noch Ketten und Inseln von Spermatogonien an
der Membrana propria aufsitzen. Die Ketten von Spermatogonien,
wie sie von la Valette St. George (d. Archiv, Bd. XV, Tafel
XVIII, Fig. 95) vom Kater abbildet, und wovon wir in Fig. 69
eine Darstellung bei *Rana fusca* im October geben, sind durch
keine Follikelzellen von einander getrennt, grade so wie sie es im
Embryo waren, bevor durch maulbeerförmige Kerntheilung (cf. Fig.
14, 17a, 56) die Spermatogonie und ihre Follikelhautzellen sich
gesondert hatten. Die Spermatogonienketten sind das ganze Jahr
hindurch nachweisbar; aber in keinem Monat sind sie so zahlreich
als im October, weil alsdann die Bildung der für die Brunst des
kommenden Frühjahrs bestimmten Samenfäden definitiv abgeschlos-
sen ist, und bis zur Laichzeit neben den schon vorhandenen rei-
fen Follikeln nur noch die ersten Stadien, bis zu der von einer
Follikelhaut eingeschlossenen Spermatogonie aufwärts, sich ausbil-
den. Dieser allerjüngste Nachwuchs ist für die Brunst des zweit-
nächsten Jahres bestimmt. Es bleiben nämlich vom October bis zum
April alle vorhandenen Elemente unverändert, und man findet keine
Uebergangsformen zwischen Spermatogonien und reifen Follikeln,
was bei der Grösse solcher Follikel, deren Spermatocyten sich eben
in Spermatozoonen umwandeln, mit Bestimmtheit behauptet werden
kann. Wohl findet man gegen Ende März vereinzelte Follikel mit
vier oder sechs Zellen im Innern; da jedoch alle weiteren Ueber-
gangsstadien fehlen — Follikel mit mehr als 30 Zellen —, so kann
man wie gesagt mit October die Samenbildung für abgeschlossen
betrachten, und alle der Membrana propria anliegenden Elemente

für die jüngsten Stadien ansprechen ¹⁾. Durch das Studium der Veränderungen, welche in den folgenden Monaten eintreten, wird sich eine continuirliche Entwicklungsreihe construiren lassen. Wir dürfen alsdann annehmen, dass auch zu den übrigen Jahreszeiten, wenn die verschiedenen Entwicklungsstufen gleichzeitig vorkommen, die Spermatogenese sich nach dem festgestellten Modus vollzieht; zumal wenn der Nachweis gelingt, dass bei erwachsenen Thieren dieselbe Reihenfolge innegehalten wird, wie bei der ersten Ausbildung der Samenfäden in den Hoden junger Thiere.

Erhärtet man einen Hoden der *Rana fusca* in Alcohol und schneidet feine Flachschnitte von den pigmentfreien Stellen der Oberfläche, so erhält man je nach der Jahreszeit verschiedene Bilder; uns interessiren vorzugsweise die aus dem Monat October und November. Fig. 66 gibt ein solches Präparat aus der Mitte October. Man sieht durch die *Membrana propria* hindurch auf die ihr zunächst gelegenen Elemente und findet grosse grobgranulirte Kerne und eine stark markirte Felderung, bedingt durch die Häute der reifen Samenfollikel, deren Cystenkerne bei der Einstellung dicht unter der *Membrana propria* nur sehr selten durchschimmern, da sie, wie ein Vergleich mit Fig. 69 lehrt, auch bedeutend mehr nach dem Lumen zu liegen, als die jungen Spermatogonien. Was die Cystenkerne anlangt, so fehlen sie in keinem reifen Samenfollikel an der Basis und können auch auf diesen Flachschnitten bei Senkung des Tubus immer nachgewiesen werden. Lage und Form unterscheiden sie demgemäss von den Spermatogonien, von denen man in der Flächenansicht dicht unter der Wandung der Hodenschläuche nur die grossen Kerne sieht, die theils mit vielen Kernkörperchen versehen, theils in einfacher Theilung, theils in maulbeerförmiger Kerntheilung sich befinden. Den Effect der einfachen Theilung sieht man in Fig. 69 auf einem Querschnitt durch einen Hodenkanal: die Spermatogonien bilden Ketten. Das Resultat der

1) Bei *Rana esculenta* sieht man im October nur in wenigen Follikeln den Beginn der Umwandlung der Spermatocyten zu Spermatosomen, und noch im Mai sind ganz junge Follikel vorhanden, so dass *Rana esculenta* nicht mit fertigem Samenvorrath in den Winterschlaf geht. Es stimmt dies gut mit der späten Laichzeit der *Rana esculenta*.

Bei *Bombinator igneus* sind im August schon Follikel mit reifen Samenfäden vorhanden; doch habe ich dieses Amphibium nicht während des ganzen Jahres untersuchen können.

maulbeerförmigen Kerntheilung kann man erst im folgenden Monat, November, beurtheilen; indem dann wieder die meisten Spermatogonien von Follikelzellen umgeben sind. Auch liegen im November, wie Fig. 67 zeigt, die jungen Spermatogonien ganz dicht beisammen; während in Fig. 66, aus dem October, grosse Zwischenräume von einer Spermatogonie bis zur anderen gegeben sind. Die Annäherung der Spermatogonien beruht auf der Kettenbildung; die Abgrenzung der einzelnen Spermatogonien wird durch die Bildung einer Follikelhaut bewirkt, deren Entwicklung schon im October eingeleitet wurde. Sowohl in Fig. 66 als 69 — Präparate aus dem Monat October — sieht man in einzelnen Kernen eine maulbeerförmige Theilung. In Fig. 67, dem Präparat aus dem folgenden Monat (November), sind alsdann die grosskernigen Zellen (die Spermatogonien) von einem Kranze kleiner Zellenkerne, die in eine Haut eingeschlossen sind, umgeben; es hat sich wie beim Embryo nach der maulbeerförmigen Kerntheilung einer Primordialzelle von dem aus dieser Theilung hervorgehenden Zellenhäufchen eine centrale Zelle vergrössert, und die übrigen sind um diese herum zur Follikelhaut zusammengetreten. Für das bessere Verständniss der folgenden Veränderungen füge ich eine Beschreibung des Hodens von *Bombinator* im Juli ein, und bitte dazu die Figur 44 zu vergleichen. In den Hodenampullen des *Bombinator igneus* trifft man Anfangs Juli noch vereinzelte reife Samenfäden (Ssm.), die bei dem abgelaufenen Laichgeschäft nicht entleert worden sind. Unverletzte Follikel, mit reifen Samenfäden gefüllt, sind nicht vorhanden. Der *Membrana propria* sitzen verschiedene Entwicklungsstadien auf, von denen die in einer Follikelhaut eingeschlossene Spermatogonie mit einfachem Kern — in der Figur links unten — das kleinste und jüngste ist. Daneben sind schon Follikel mit vielen Spermatocyten vorhanden; die Kerne derselben sind grobgranulirt. Ob diese grobe Granulation eine netzartige Anordnung der festen Kernbestandtheile repräsentire, lässt sich bei *Bombinator igneus* nicht mit Sicherheit bestimmen. Dagegen sieht man bei Tritonen und Salamandern die balkenartige Configuration im Innern des Kernes sehr deutlich an den noch in Theilung begriffenen Spermatocyten, und da die Spermatocyten bei anderen Thieren so lange „grob granulirte“ Kerne aufweisen, als sie sich noch theilen, so werden beide Bilder: grobe Granulirung oder deutliche netzartige Structur im Kern, dasselbe bedeu-

ten, nämlich die Vorbereitungen für die Zellentheilung, worauf schon im ersten Abschnitt (cf. pag. 7) hingewiesen wurde.

An den grösseren Follikeln habe ich in dem in Figur 44 abgebildeten Präparat noch keine Cystenhaut erkennen können, dieselbe tritt erst später deutlich hervor, und verweise ich hierzu auf Fig. 53, aus dem Hoden von *Bombinator igneus* zu Ende Juli.

In der Figur 44 sind nun auch die Uebergänge von der Spermatogonie zu den vielzelligen Follikeln dargestellt. Man findet nämlich eine ganze Reihe von maulbeerförmigen Kerntheilungen der Spermatogonien. Fig. 50 giebt einen isolirten und in Humor aqueus untersuchten, maulbeerförmig getheilten Spermatogonienkern. Man sieht überhaupt bei keinem anderen Thier diese eigenthümliche Kerntheilung so deutlich, als im Hoden von *Bombinator igneus* zu Anfang Juli.

Nach dieser Abschweifung kehren wir zur genaueren Analyse der Fig. 67 zurück. Das Präparat ist nach einem in absolutem Alcohol gehärteten Flachschnitt von der Oberfläche des Hodens der *Rana fusca* im November gezeichnet. Bei M liegt eine Spermatogonie mit maulbeerförmig getheiltem Kern, wie wir sie schon in den Ketten aus dem vorigen Monat kennen gelernt haben (cf. Fig. 69 M). Sg zeigt eine Spermatogonie mit einer Follikelhaut, deren Kerne bei F sichtbar sind; der Kern der Spermatogonie ist ungetheilt und trägt ein Kernkörperchen. Bei der weiteren Durchmusterung des Präparates treffen wir aber auch auf Spermatogonien in einer Follikelhaut, deren Kern wiederum deutlich maulbeerförmig zerklüftet ist; genau so wie es vorher aus dem Hoden von *Bombinator igneus* beschrieben wurde. Da nun bei *Rana fusca* kurze Zeit zuvor die nackten Zellen mit maulbeerförmig getheiltem Kern an Zahl praevalirten und vom Dezember bis zum März hin die Zahl der einkernigen Spermatogonien mit Follikelhaut nur vorübergehend, die maulbeerförmige Kerntheilung der Spermatogonien in ihrer Follikelhaut aber continuirlich zunimmt, so erkennen wir beim erwachsenen, geschlechtsreifen Frosch dieselbe Stadiologie wie im jungen Thiere: Von den gleichgrossen Zellen der Ketten oder Inseln umgibt sich jede nach einer maulbeerförmigen Kerntheilung mit einer zelligen Hülle — der Follikelhaut. —

Die Spermatogonie wächst eine Zeit lang bis zu einem Durchmesser von 30μ , ihr Kern bis zu 21μ Durchmesser; dann theilt sich der Kern wieder maulbeerförmig; jedes Stück bekommt sein Proto-

plasma zugetheilt, und durch die Gruppierung der so entstandenen Zellen zu Haut und Inhalt entstehen innerhalb der Follikelhaut die Spermatocyten und ihre Cystenhaut: ein Vorgang, der wie im vorigen Abschnitt angegeben, durch von la Valette St. George zuerst nachgewiesen wurde. Nachdem wir nunmehr gezeigt haben, auf welche Weise Follikelhaut und Cystenhaut entstehen und vergehen, wird es nicht mehr erlaubt sein, an eine Regeneration zu denken, die von diesen Theilen ihren Ausgang nehme. Bei Rochen und Haien ist die Bedeutungslosigkeit der Follikelzellen und des Cystenkerne für die Neubildung am evidentesten, da hier, wie Semper gezeigt¹⁾, die ganzen Ampullen zu Grunde gehen, nachdem die Samenfäden entleert wurden, mit ihnen die Reste der zuerst durch von la Valette St. George nachgewiesenen Follikelhaut und des Cystenkerne²⁾. Aber auch bei den Amphibien lehrt die continuirliche Beobachtungsreihe der jährlichen Veränderungen im Hoden, dass Follikelhaut und Cystenhaut vergängliche Hüllen der Samenfadenbündel darstellen. Da nun weiter die Kettenbildung in den Hodenschläuchen mit verschiedener Intensität das ganze Jahr hindurch andauert, und während der Wintermonate der Ablauf der weiteren Veränderungen bei allen Elementen gleichmässig und protrahirt genug sich vollzieht, dass man die einzelnen Phasen der Entwicklung in ihrer Aufeinanderfolge erkennen kann, so wird man die Kettenbildung nackter Zellen als die erste Stufe hinstellen, von der alle anderen ihren Ausgang nehmen. Es ist ganz gleichgültig, ob man den Hoden ganz junger einjähriger Thiere oder den von älteren untersucht; man wird die Spermatogonienketten immer, zu bestimmten Jahreszeiten (bei *Rana fusca* im October) freilich am reichlichsten, in den Hodenschläuchen finden, so dass wir zu der Annahme gelangen: es bleiben bei der ersten Entwicklung Zellen in den Hodenschläuchen liegen, aus deren Theilung beständig junger Nachwuchs hervorgeht. Die Zellen sind gross, protoplasmareich; sie entstehen nicht durch Umwandlung der „zweiten kleineren Art von Zellen“, deren Dignität als Hüllzellen — Follikelzellen — von von la Valette St. George festgestellt wurde.

1) Semper: Das Urogenitalsystem der Plagiostomen. (Semper nennt Beides zusammen „Deckzelle“).

2) von la Valette St. George: De spermatosomatum evolutione in Plagiostomis. Bonn 1878.

Wir konnten uns bei der Betrachtung der Regenerationsvorgänge im Hoden kurz fassen, weil die gewonnenen Resultate zum besten Theile schon durch von la Valette St. George bekannt geworden sind, und auch der Nachweis von der Abstammung junger Spermatogonien nur die Bestätigung der von ihm ausgesprochenen Ansicht enthält, die er d. Arch. Bd. XV p. 201 dahin formulirt hat: „Man wird mich fragen, woher kommen denn die neuen Spermatogonien, welche den zu Spermatogemmen verbrauchten zum Ersatz dienen müssen. Es gibt meiner Meinung nach dafür zwei Möglichkeiten, entweder entstehen sie durch wiederholte Theilung des zurückbleibenden Fusskernes ¹⁾ oder durch directe Theilung und daraus hervorgehende Vermehrung der Ursamenzellen, ehe sie sich zu Samenknospen umbilden.“ Von la Valette St. George weist durch sein Beobachtungsmaterial die Wahrscheinlichkeit der letzteren Annahme nach. „Wollte man daran denken“, fährt er fort, „dass die Follikelzellen für verbrauchte Ursamenzellen eintreten könnten, so liessen sich dafür weder theoretische noch aus der Erfahrung geschöpfte Anhaltspunkte beibringen.“

Ob der von v. la Valette St. George mehrfach abgebildeten maulbeerförmigen Kerntheilung der Spermatogonien (l. c. Figg. 80 und 133) bei den Säugethieren dieselbe Bedeutung zukomme mit Bezug auf die Follikelzellenbildung wie bei Batrachiern, ist sehr wahrscheinlich. Für die Bildung des Cystenkernes ist der Beweis schon durch von la Valette St. George selbst erbracht worden.

Es würden demgemäss die beiden Typen der Regeneration im Hoden der Wirbelthiere nur in der Art und Weise der Aufspeicherung der jüngsten Elemente, nicht aber in deren Entwicklungsmodus verschieden sein, und da bei den meisten wirbellosen Thieren die Samenkörper in Bündeln aus einer Primordialzelle hervorgehen, so wäre die Samenkörperbildung bei den Wirbelthieren nur um die Bildung zelliger Hüllen complicirt, die aber mit den umschlossenen Samenkörpern aus derselben Primordialzelle hervorgehen. Es liegt nämlich die Matrix oder das Keimlager entweder an einer besonderen Stelle des Hodens isolirt, oder an der Wand der functionirenden Hodenschläuche selbst; im ersten Falle werden stets neue Drüsenelemente — Ampullen — gebildet, und die

1) Anm. d. Ref.: Fusskern ist mit Cystenkern synonym.

alten gehen zu Grunde; im zweiten bleiben die alten Drüsen-schläuche erhalten. Bei den Wirbelthieren mit vergänglichen Drüsenelementen sind alle Follikel einer Ampulle in demselben Stadium der Entwicklung; bei den Wirbelthieren mit persistirenden Drüsenschläuchen findet man im günstigsten Falle (bei *Rana fusca* und *Bombinator igneus* im August) alle möglichen Entwicklungsstadien in einem Schlauche nebeneinander gelagert; nur die einzelnen Elemente eines Follikels sind gleich weit entwickelt, (cf. von la Valette St. George) und an die Stelle der entleerten reifen Samenfäden und ihrer Hüllen rückt von der Wand her der junge Nachwuchs ein.

Im Anschluss an das von la Valette'sche Gesetz der Spermatogenese stellen wir uns die Samenkörperbildung in der Weise vor, dass durch Theilung von Matrixzellen Ketten entstehen, von denen jede Zelle ein Samenkörperbündel producirt und durch vorbereitende maulbeerförmige Kerntheilung seine zelligen Hüllen liefert, wo sie vorhanden sind (vergl. den vorigen Abschnitt). Mögen nun die Samenkörperbündel nackt oder häutig sein, in einer Spermatocytengruppe — nach von la Valette Spermatogemme oder Spermatocyste genannt — liefert jede Zelle einen Samenkörper; kommt es zur Bildung von Samenfäden aus den Spermatocyten, so liefert der Kern der Zelle den Kopf und das Protoplasma den Schwanzfaden.

Bei der Betrachtung der Regenerationsvorgänge im Eierstock werden wir etwas weiter ausholen müssen, da wir uns in manchen Punkten von den geläufigen Anschauungen entfernen müssen, dafür aber einen Anschluss an die geschilderten Entwicklungsvorgänge im Hoden gewinnen werden.

Unsere Kenntnisse von dem Bau des Eierstocks und der Oogenese bei den Wirbelthieren begannen erst mit dem Erscheinen des Pflüger'schen Werkes¹⁾ geordnete zu werden; die dort entwickelten Gesichtspunkte sind bestätigt und massgebend für die weitere Forschung geworden, welche durch Waldeyer's²⁾ Entdeckung des Keimepithels wiederum einen treibenden Anstoss erhielt.

Die Beobachtungen Pflüger's über die periodische Neubil-

1) E. F. W. Pflüger: Ueber die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen; Leipzig 1863.

2) W. Waldeyer: Eierstock und Ei; Leipzig 1870.

dung und den Untergang zahlloser Eier bei den Säugethieren sind so vielseitig bestätigt worden, dass man ohne Widerspruch diese Thatsache allgemein annimmt, und die Neubildung bei allen periodisch brünstigen Thieren wiederfindet. Ebenso ist der Ort, von dem die Neubildung ausgeht, ein streng vorgeschriebener: die jungen Eier der Wirbelthiere entstehen stets an derselben Stelle, wo sie bei ihrer Reife den Eierstock verlassen.

Zweifellos geht die allererste Entwicklung der Wirbelthiereier von Zellen aus, welche im Peritonealepithel gelegen sind; mögen diese Zellen von Anfang an, wie namentlich bei den Batrachiern, als besondere Geschlechtszellen kenntlich sein oder erst secundär im Keimepithel durch Grössenzunahme (Ureier) von anderen Zellen der Leibeshöhle unterschieden werden können.

Ebenso dient bei den niederen Wirbelthieren die Peritonealhöhle als einziger Ausführungsgang der weiblichen Geschlechtsdrüse, und es bezeichnet einen Fortschritt in der Organisation, wenn sich aus dem zelligen Belag der Leibeshöhle zwei röhrlige Gebilde, die Müller'schen Gänge, absondern, denen dann die Ableitung der weiblichen Geschlechtsproducte zufällt. Soweit es bis jetzt entwicklungsgeschichtlich festgestellt ist, entstehen zwar die Müller'schen Gänge nicht nach demselben Schema. Sollte es sich bestätigen, was wir im Gegensatz zu Rathke ¹⁾, nach der Beobachtung an einer jungen *Tinca chrysis* vermuthen, dass bei den Teleostiern sich der Müller'sche Gang aus dem Wolff'schen Gange durch Sprossung bildet und späterhin den Eierstock umwächst, so gäbe es bei den Wirbelthieren drei verschiedene Arten

1) Rathke, Heinr.: Zur Anatomie der Fische. Müller's Archiv 1836, pag. 185: „Auch bei den Gräthenfischen bilden sich nur Geschlechtswerkzeuge einer Art, nämlich nur allein Eierstöcke und Hoden, aber diese Organe wachsen bei ihnen, wenn wir die weiblichen Salmen ausnehmen — deren Geschlechtsorgane ein ähnliches Verhalten zeigen, wie die der Cyclostomen — allmählig weiter nach hinten aus, erhalten in ihrem Innern eine mehr oder weniger deutliche Höhle, kommen dann dicht hinter dem After mit der Bauchwand in Berührung und brechen zuletzt nach aussen durch. Diejenigen Theile dieser Fische, welche ich Eierleiter und Eiergang, Samenleiter und Samengang genannt habe, sind keine besonders für sich entstandenen Theile, wie bei den höheren Wirbelthieren, sondern nichts weiter als Fortsetzungen, Verlängerungen der Eierstöcke und der Hoden, gehören also diesen eigentlich an und sind nur besondere Abtheilungen von ihnen“.

der Entstehung der Müller'schen Gänge, die, so verschiedenartig sie auch auf den ersten Blick erscheinen mögen, dennoch nur als Variationen der primitivsten Form nach dem Princip der Arbeitstheilung gebildet sind; denn die Müller'schen Gänge entstehen immer aus den Zellen der Leibeshöhle, sei es durch directe Abschnürung wie bei Säugethieren, Vögeln, Reptilien und Amphibien, oder durch Abspaltung von den Wolffschen Gängen bei Rochen und Haien oder endlich, wie bei den Knochenfischen, durch Sprossenbildung aus den primitiven Harnleitern.

Die Anlage und Ausdehnung der ableitenden Wege bedingt nun bei den Wirbelthieren eine dreifache Art der Entleerung reifer Eier, und im Zusammenhang damit zwei Typen für die räumliche Entstehung des jungen Nachwuchses:

1. Die Eier fallen in die Bauchhöhle und werden durch den Abdominalporus nach Aussen befördert; so ist bei Cyclostomen, dem Aal und den Salmoniden die Bauchhöhle der Ausführungsgang des Eierstocks.
2. Die Eier fallen in die Bauchhöhle und werden von den Müller'schen Gängen aufgenommen; es haben sich besondere Ausführungsgänge aus der allgemeinen Leibeshöhle differenzirt, die mit offenem Trichter verschieden weit vom Eierstock beginnen und in eine Cloake oder in einen Urogenitalsinus münden, wie es bei den meisten Säugethieren, den Vögeln, Reptilien, Amphibien, Rochen und Haien sich findet.
3. Die Eier werden direct in die Müller'schen Gänge entleert, da diese die Ovarien umwachsen haben. Von den Säugethieren darf man wohl die von Waldeyer (Eierstock und Ei, pag. 11) aufgezählten Fälle, *Lutra*, *Phoca*, *Mustelus* und *Ursus*, hierher rechnen; von übrigen Wirbelthieren sind die Knochenfische mit Ausnahme der sub 1 angeführten Gattungen namhaft zu machen.

Nach dieser Auseinandersetzung dürfte es nicht schwer fallen, an den Eierstöcken der Wirbelthiere die Eibildung zu verfolgen; trotzdem sind in der allerjüngsten Zeit bei Batrachiern und Knochenfischen die Verhältnisse umgekehrt dargestellt worden, wie sie sich in der Wirklichkeit verhalten und von guten Beobachtern beschrieben worden sind. Man wird desshalb auch die Art unserer obigen Darstellung, die von gegebenen Facten ausgeht, zu würdigen wissen; da wir in Uebereinstimmung mit Waldeyer

bei den Batrachiern die jüngsten Eibildungsstadien aussen an der Oberfläche des Ovariums, bei den Teleostiern mit Ovarialkanal ¹⁾ innen auf der Oberfläche der gegen das Lumen des Ovarialkanales gerichteten Balken finden, und bezüglich der Eierstöcke anderer Wirbelthiere kein Widerspruch herrscht darin, dass die Neubildung der Eier von der Oberfläche der Ovarien ausgehe.

Mit der Frage nach dem Ausgangspunkt der Eientwicklung hängen zwei andere von der Entstehung und der Bedeutung des Follikelepithels eng zusammen. Was die Bildung des Follikelepithels anlangt, so huldigt man seit Pflüger ²⁾ allgemein der Annahme, das Follikelepithel komme von Aussen zur Eizelle, werde ihr aufgelagert. Es sei gestattet, die verschiedenen Meinungen der Autoren über die Details dieses Vorganges hier kurz vorzuführen.

Pflüger leitet die Membrana granulosa von dem Epithel der nach ihm benannten Eischläuche ab. In den Schläuchen entstehen durch Theilung von Ureiern, Eiketten, in denen jede Zelle als Ei von einem Kranze von Epithelzellen umgeben und durch Wucherung der bindegewebigen Schlauchwand abgeschnürt wird; der Process der Umwachsung und Abschnürung schreitet aus der Tiefe gegen die Oberfläche vor.

Waldeyer stellt den Vorgang in folgender Weise dar: Eierstock und Ei, pag. 43: „Als das Hauptresultat meiner Untersuchung muss bezeichnet werden: dass sowohl die Eier als die Follikelepithelzellen direct vom Keimepithel, d. h. dem Oberflächenepithel des Eierstocks abstammen. — Der Process stellt sich wesentlich als eine gegenseitige Durchwachsung des bindegewebigen vascularisirten Stromas und des Keimepithels dar, in Folge dessen grössere und kleinere im Allgemeinen rundliche Massen des letzteren mehr und mehr in das bindegewebige Stroma eingebettet werden. Die eingebetteten Zellen lassen bald eine Verschiedenheit erkennen, indem ein Theil von ihnen durch einfache Grössenzunahme zu Eiern auswächst —

1) Vergl. die Zusammenstellung der verschiedenen Typen im Bau des Eierstockes der Teleostier bei J. Brock: Beiträge zur Anatomie und Histologie der Geschlechtsorgane der Knochenfische, Morphol. Jahrb., IV. Bd. p. 541.

2) Ueber die Eierstöcke etc. pag. 64: „Alle Thatsachen weisen somit theils mit Nothwendigkeit, theils mit einer sehr grossen Wahrscheinlichkeit auf das eine Gesetz hin, demzufolge die membrana granulosa eine dem Ei aufgelagerte Bildung ist“.

Primordialeier — während der andere seine ursprüngliche Grösse beibehält, ja durch vielfache Theilungsvorgänge, wie es mir wenigstens wahrscheinlich ist, noch kleinere Zellen erzeugt, die späteren Follikelepithelzellen.“

Eine ähnliche Auffassung von der primären Gleichwerthigkeit der Eizelle und ihrer Follikelepithelien theilt Leydig¹⁾, obschon er die Ableitung beider Elemente vom Keimepithel nicht annimmt.

Von der grosszelligen Genitalanlage leitet Goette²⁾ Ei und Follikelepithel in der Weise ab, dass diese grossen Zellen sich vermehren, und in sogenannten Umbildungsheerden eine Anzahl ihrer central gelegenen Abkömmlinge verschmelzen und zum Ei werden; andere, hierzu peripher gelagerte, das Follikelepithel bilden.

Die Darstellung Semper's³⁾ weicht in sofern von der Waldeyer's ab, als Semper die von Waldeyer⁴⁾ gleichfalls im Keimepithel gesehenen Ureier Nester bilden lässt, von deren gleich-

1) Leydig: Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier; Tübingen 1872. pag. 131: „Letztere nun, — die Keimwülste — somit auch die primitiven Eier vom Epithel abzuleiten, wie Waldeyer für andere Wirbelthiere jüngst aufgestellt hat, gelang mir auf keine Weise. — — Das Keimlager ist sonach, wenn es als Organ sich gesondert hat, ein aus Zellen bestehender Wulst, dessen Elemente nicht vom Epithel der Bauchhöhle herrühren können, sondern von einem anderen höher gelegenen Keimblatt abstammen müssen“.

pag. 132: „Ein Follikel ist daher eine von Binde substanz umzogene Gruppe ursprünglich gleicher Zellen, von denen eine der mittleren durch stärkeres Wachsen und Umwandlung ihrer Substanz zum Dotter des Eies wird, während die anderen das Epithel des Eifollikels liefern“.

2) A. Goette: Die Entwicklungsgeschichte der Unke; Leipzig 1875. pag. 10, 11 und 831.

3) C. Semper: Das Urogenitalsystem der Plagiostomen etc. in den Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut in Würzburg. II. Bd., 1875. pag. 465: „— — die Ureier darin (in der Genitalfalte) sind in beständiger Vermehrung begriffen. Bei den weiblichen Individuen senken sich die Ureiernester gruppenweise in das Stroma ein; in diesen Zellgruppen vergrössert sich eine Zelle, die zum Ei wird, ihre Nachbarzellen legen sich unter beständiger Vermehrung um dasselbe als Follikelzellen herum.“

4) W. Waldeyer: Eierstock und Ei, pag. 44: „Es verdient besonders hervorgehoben zu werden, dass sich schon im Keimepithel selbst einzelne Zellen durch ihre Grösse und rundliche Form vor den übrigen auszeichnen und als zukünftige Eier documentiren (Fig. 11b und 13a).“

artigen Zellen durch Unterschiede im Grössenwachsthum Ei und Follikelepithel geliefert werden. Es stammen demgemäss bei Semper sowohl Ei als Membrana granulosa vom Keimepithel ab, da die Ureier vergrösserte Keimepithelzellen sind. Der Schwerpunkt liegt aber in den Ureiernestern — die Differenzirung zu Ei und Follikelepithelien geht erst in den Theilproducten der Ureier, den Zellen der Ureiernester, vor sich.

Eine vermittelnde Stellung zwischen Waldeyer und Semper nimmt Balfour¹⁾ ein. Nach Balfour umgeben sich von den Zellen der Ureiernester einige mit Keimepithelzellen und bilden so den Eifollikel; die übrigen nicht zu definitiven Eiern umgewandelten Zellen eines Ureiernestes gehen unter, und dienen den zur Entwicklung gelangenden Eiern gleichsam als Nahrung.

Auch nach der von Kölliker²⁾ gegebenen Darstellung wird die Membrana granulosa dem Ei von Aussen aufgelagert; allerdings aus einer anderen Quelle als vom Keimepithel, das nur den Ureiern und den von diesen gebildeten Eiketten in den Schläuchen den Ursprung gibt. Die Membrana granulosa bildet sich nach Kölliker aus Kanälen und Zellensträngen der Marksubstanz, die wie die Hodenschläuche der männlichen Embryonen mit dem Epithel eines Wolff'schen Canales (pag. 973 l. c.) verbunden sind, und im Eierstock mehr und mehr gegen die Rindenzone vordringend vom Grunde der Schläuche aus die nackten Eizellen umwuchern und mit einem Kranze von Follikelepithelzellen umgeben. Die von Kölliker bis zur Urniere rückwärts verfolgten Schläuche in der Markzone junger Säugethierovarien waren schon Waldeyer bekannt und können beim Hunde vornehmlich gut gesehen werden. Waldeyer hatte die Schläuche als Homologa der Samencanäle gedeutet, und Semper in Grundlage seiner Beobachtungen an den Embryonen von Plagiostomen das Homologon des ausführenden Hodensystems darin vermuthet.

Wenn man bedenkt, wie dies seit Pflüger für die Oogenese

1) F. M. Balfour: On the structure and development of the vertebrate ovary (Quarterly Journal of microscopical science, vol. 18. New ser.) pag. 47: „The cells of the germinal epithelium arrange themselves as a layer around each ovum, almost immediatly after its separation from a nest, and so constitute a follicle“.

2) A. Kölliker: Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. II. Aufl. pag. 971 sqq.

bei den Säugethieren entweder deutlich ausgesprochen oder in den meisten über unseren Gegenstand publicirten Abbildungen zu sehen ist, dass in den Pflüger'schen Schläuchen Ei an Ei gelegen ist ohne Dazwischenkunft von Follikelepithelzellen, so wird die Kölliker'sche Deutung nicht ganz unerwünscht den Widerspruch lösen, welchen die Annahme mit sich führt, dass die viel kleineren Follikelepithelien aus den grossen Zellen in den Eiketten hervorgegangen seien. Man wird sich noch leichter zu der Auffassung Kölliker's bekennen, wenn man sich erinnert, dass die dem Centrum des Eierstocks zugewandten Eianlagen zuerst von einer Membrana granulosa umgeben werden, also an einer Stelle, wo sie zuerst mit den aus der Urniere sprossenden Zellensträngen zusammentreffen müssen.

Wir glauben den augenblicklichen Stand der schwierigen Frage von der Abstammung der Follikelepithelien hiermit dargelegt zu haben und wollen nunmehr eine Schilderung unserer eigenen Befunde versuchen. Dabei sei im Voraus bemerkt, dass es uns bis jetzt noch nicht gelungen ist, bei den Thieren, die das Untersuchungsmaterial für die oben vorgeführten Ansichten der Autoren geliefert haben, neue entscheidende Thatsachen aufzufinden, und dass wir nur bei Amphibien und Teleostiern befriedigenden Aufschluss erhalten haben, von dem allerdings ein allgemeines Gesetz der Bildung und Bedeutung der Follikelepithelien erwartet werden darf.

Für die Eierstöcke der Batrachier musste vor einem näheren Eingehen auf die Regenerationsvorgänge selbst, die Beziehung der flachen Peritonealepithelien zu den von Waldeyer entdeckten Keimepithelinseln von Neuem studirt werden. Nach Waldeyer¹⁾

1) W. Waldeyer: Eierstock und Ei, pag. 74. cf. Fig. 28. Diese Angaben sind neuerdings von Kolessnikow (d. Arch. Bd. XV, pag. 397) bestätigt worden; doch hat Kolessnikow den schon seit Swammerdam bekannten kammerigen Bau der Froschovarien nicht gekannt; diese vielmehr als „zwei dünnwandige, gefaltete Säcke“ beschrieben. Ebenso unrichtig ist sein Vergleich des Eierstocks bei den Batrachiern mit den von ihm untersuchten Teleostiern, da, wie schon Waldeyer gezeigt hat, das Peritoneum der Teleostier nicht dieselben Beziehungen zu den Eierstöcken zeigt, wie das der Batrachier. Kolessnikow glaubt die Frage nach der Eibildung bei den Batrachiern entschieden zu haben; er ist jedoch zu dieser Annahme nicht berechtigt, weil ihm sowohl bei der ersten Anlage der Geschlechtsdrüsen, als

sollen nämlich an vielen Stellen der Oberfläche die Anlagen junger Eier: Keimepithelinseln, frei zu Tage liegen und nicht von dem „Peritonealendothel“ überzogen sein. Brandt¹⁾ bemerkt hierzu: „dass dieser Umstand durch zufällige locale Verletzung des Endothels bedingt sein könnte.“ Nach meinen eignen Untersuchungen muss ich dieser Behauptung beipflichten; da schon bei ganz jugendlichen Thieren eine continuirliche Silberzeichnung auf den noch compacten Ovarien sich findet, und nach dem sogleich anzugebenden Verfahren auch bei den erwachsenen Fröschen als continuirlicher Belag der inneren und äusseren Ovarienfläche nachgewiesen werden kann.

Die Präparation der Ovarien bei den Larven ist einfach; indem man die mit salpetersaurem Silber behandelten Theile in Alcohol härtet und einen feinen Flachschnitt der Oberfläche untersucht. Sehr instructiv sind Larven der *Rana fusca* von ca. 6 cm Gesamt- und 3 cm Rumpflänge, da hier der Uebergang der cubischen Peritonealepithelien in die späteren flachen und breit gezogenen Formen beobachtet werden kann. Bei jüngeren Larven war nämlich die Anlage der Geschlechtsdrüsen, wie im ersten Abschnitt des Näheren auseinandergesetzt worden ist, aus den embryonalen Geschlechtszellen und den cubischen Peritonealepithelien zusammengesetzt. Die Peritonealepithelien umwachsen die Geschlechtszellen und ihre Theilproducte, und bilden schliesslich eine continuirliche Mosaik kleiner cubischer Zellen auf der freien Fläche der Geschlechtsdrüsen. Wie nun anderwärts aus diesen cubischen Belegzellen der Leibeshöhle sich das flache, Endothel genannte, Zellenstratum entwickelt, so geht auch allmählig das Epithel des Eierstocks in diese Form über; allerdings später als an den übrigen Stellen der Leibeshöhle. Die Versilberung frischer Präparate lässt an der vorderen Bauchwand, auf den Nieren weit geschwungene Netze schwarzer Zellengrenzen erkennen, während auf den Geschlechtsdrüsen noch das cubische Epithel persistirt. Die Umwandlung geschieht, wie gesagt, bei 6 cm langen Larven der *Rana fusca*; bei 4 cm langen der *Rana esculenta*; bei gleich-

auch bei der Untersuchung der Eierstöcke der erwachsenen Batrachier sehr viele Stadien entgangen sind.

1) A. Brandt: Fragmentarische Bemerkungen über das Ovarium des Frosches, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. XXVIII, pag. 584 unten.

langen Larven von *Alytes obstetricans*. Mit der fortschreitenden Entwicklung werden die Ovarien blasig und ihr äusserer zelliger Belag immer flacher, bis schliesslich die Grösse der Silberzeichnung der anderer Stellen gleichkommt.

Sobald die Ovarien hohl geworden und aus mehreren getrennten Blasen zusammengesetzt sind, wird die Untersuchung schwieriger. Doch kommt man mit derselben Methode, womit Swammerdam den Bau des Eierstocks demonstrierte, auch hier zum Ziele; man bläst nämlich eine Kammer der Ovarien, die mit dem entsprechenden Stück der Wirbelsäule in 0,1 % Silberlösung gebracht wurden und ganz von der Flüssigkeit bedeckt sind, auf, spült mit destilriertem Wasser ab und lässt aus einer Burette absoluten Alcohol auf das Präparat fliessen, während man die aufgeblasene Ovarialkammer beständig mit Luft prall gefüllt erhält. Die übrigen Höhlen des Ovariums bleiben collabirt; die Wandung der aufgeblasenen wird so resistent und glatt, dass man das ganze Präparat mit Ausnahme der Oeffnungsstelle für den Tubus in Theile zerlegen und unter dem Mikroskop untersuchen kann. Zur Zeit der Eireife muss man zwar die grossen Eier mit einer Pincette von der Unterfläche abzupfen; es gelingt dies nach der Erhärtung des aufgeblasenen Präparates in Alcohol leichter als man glauben sollte. Unter dem continuirlichen, durch Behandlung mit *Argentum nitricum* deutlich hervortretenden Zellenstratum der Oberfläche sind zu verschiedenen Jahreszeiten verschiedene Eibildungsstadien zu treffen, und in Uebereinstimmung mit den vorher bei der Regeneration der männlichen Geschlechtsproducte geschilderten Erscheinungen ist mit October bei *Rana fusca* die Eibildung für die kommende Brunst abgeschlossen. Es sind aber auch schon die Eier für die darauf folgende Brunst angelegt und mit Ausnahme der undurchsichtigen Dotterplättchen enthalten sie alle für ein Batrachierei charakteristischen Theile. Was sich weiter an jüngstem Nachwuchs findet, hat vorläufig noch nicht die Eigenthümlichkeiten des Wirbelthiereies angenommen. Dieser für die drittnächste Brunst bestimmte Satz soll hier in seinen Veränderungen verfolgt werden.

Es wurden untersucht die Eierstöcke von *Rana fusca* und *esculenta*, von *Bufo cinereus* und *Bombinator igneus*; wie bei der Beschreibung der Regeneration im Hoden wir vorzugsweise *Rana fusca* berücksichtigten, so soll hier der Abwechslung halber sich die Schilderung mehr an das Ovarium von *Rana esculenta* halten.

Im November sind schon ziemlich grosse, undurchsichtige Eier angelegt; wó jüngere mit diesen eng beisammen liegen, nehmen die älteren stets die tiefste Lage ein, so dass die jüngsten Stadien der ventralen Oberfläche des Eierstocks am nächsten liegen. In Fig. 45 ist dies durch verschiedene Abtönung der einzelnen Stadien angedeutet; die jüngsten Stadien, (rechts unten) direct unter dem durch *Argentum nitricum* sichtbar gemachten peritonealen Ueberzug gelegen, sind am hellsten gehalten; es folgen in gleicher Höhe nach links eine gleichalte Anlage, und von da ab, rechts nach dem Inneren des Ovarialsackes zu, zwei junge Eier auf einem grossen undurchsichtigen gelagert, von dem nur die untere Hälfte schematisch dargestellt ist. Die jüngsten Eibildungsstadien werden aus gleichgrossen Zellen zusammengesetzt und sind von einer bindegewebigen Membran umgeben, deren Kerne deutlich sichtbar sind. Wir haben es hier offenbar mit dem Analogon der Pflüger'schen Eiketten zu thun und glauben auch in Fig. 68 das diesem Zustande voraufgehende Stadium erkennen zu müssen. In Figur 68 liegt unter der endothelialen Zeichnung der Oberfläche, und umgeben von den Zellen des dünnen Eierstockstroma's, eine grosse Zelle, die ganz sicher kein Ei ist, da das Follikelepithel ihr fehlt. Wir nehmen an, dass aus solchen Zellen, die auch in den Eierstöcken der übrigen Batrachier gefunden wurden, durch Theilung sich jene oben beschriebenen Nester ausbilden. Während der Wintermonate macht die Entwicklung der ersten Eibildungsstadien keinen erheblichen Fortschritt; man sieht im März (Fig. 46) noch Theilungen der Zellen in den Nestern (a); zugleich aber auch den Beginn der schon oft beschriebenen maulbeerförmigen Kerntheilung (b), die im August (Fig. 47) alle Zellen der Nester gleichzeitig ergriffen hat. Auf diese maulbeerförmige Kerntheilung folgt die Ausbildung ächter Eier, die wir namentlich deutlich bei *Rana fusca* zu Ende Juli verfolgen konnten ¹⁾. Ein maulbeerförmiges Theilungsstadium im Kerne eines Primordialeies ist auch in Fig. 65 bei M von *Bufo cinereus*, drei Tage nach dem Laichen untersucht, zu finden; die Silberlinien der Oberflächenzeichnung sind nicht dargestellt. Fig. 48 zeigt einen maul-

1) Dieser Zeit entspricht für *Rana esculenta* der Monat September; doch gewann ich für *Rana esculenta* keine beweisenden Präparate, weil die Umwandlung in fertige Eier zu schnell erfolgt war.

beerförmig zerklüfteten Kern aus dem Ovarium von *Bombinator igneus* isolirt und frisch untersucht; vom „Hodeneierstock“ der erwachsenen männlichen Kröte hat von la Valette St. George dasselbe in Figg. 68 und 69 der 35. Tafel des XII. Bandes dieses Archivs abgebildet. Aus diesen, kurze Zeit nach dem Laichen bei allen Batrachiern aufzufindenden, in grossen Nestern beisammen gelagerten Zellen mit maulbeerförmig getheiltem Kern gehen die Eier hervor, welche nach der nächsten Brunst als ansehnliche Kügelchen im entleerten Eierstock zu finden sind. Demgemäss enthält der Eierstock der Batrachier direct nach dem Laichen die Eier für die kommende Brunst und für die darauf folgende. In den Wintermonaten bildet sich dann noch ein drittes Stadium heran, wenn der erste Satz von Eiern seine völlige Reife erlangt hat. Die Umwandlung der Nester zu definitiven Eiern geschieht sehr rasch; in Fig. 63 ist ein solches Stadium von *Rana fusca* zu Ende Juli abgebildet. Von dem grossen Eischlauch ist nur ein Theil dargestellt; die Kerne der bindegewebigen Schlauchwand sind bei h zu finden, und man sieht, wie sich oben links die Bindegewebszellen von der Wand aus zwischen zwei von Follikelepithelien (F) umgebene Eizellen einzwängen. Bei M liegt eine nackte Zelle mit maulbeerförmig getheiltem Kern, also das Stadium, wie es kurze Zeit nach dem Laichen alle Zellen der Nester oder Pflüger'schen Schläuche aufwiesen. Rechts oben schliesst sich in Fig. 63 an das nackte Urei eine kleine von Follikelepithelien umgebene Eizelle an; ihr Keimbläschen ist klein, rund und hat nur ein Kernkörperchen. Es finden sich demgemäss in der Fig. 63 die Uebergangsstadien von den Zellen der Ureiernester oder Pflüger'schen Eischläuche zu ächten Eiern beisammen vor. Zuerst theilt sich der Kern jeder Zelle eines Nestes — Primordialei — maulbeerförmig und auf die oft geschilderte Art bildet sich das Ei und sein Follikelepithel; dann wächst von der Schlauchwand das Bindegewebe um die einzelnen Eier, schnürt sie von einander ab und erzeugt die vascularisirte bindegewebige Follikelmembran — Theca folliculi.

Somit entwickeln sich die Eier der erwachsenen Batrachier in derselben Weise wie im Embryo. Da wir nun erstens beim Embryo die entstehenden Eier aus den Geschlechtszellen ableiten konnten und den Nachweis führten, dass die Peritonealepithelien nur bindegewebige Hüllen der Geschlechtszellen und ihrer Theil-

producte liefern; da zweitens bei den erwachsenen Batrachiern in Uebereinstimmung mit Waldeyer die jungen Eikeime als etwas vom Peritonealepithel Verschiedenes erkannt wurden, und da drittens die Eibildung, sobald sie im Embryo begonnen, continuirlich weiter geht, so werden auch die späteren Eianlagen von den primären Geschlechtszellen abgeleitet werden dürfen. Ein directer Beweis hierfür möchte allerdings schwer zu erbringen sein; allein es gibt in dem ganzen Beobachtungsmaterial keinen Factor, der zu Ungunsten unserer Annahme geltend gemacht werden könnte.

Vergleichen wir die Vorgänge der Regeneration in den männlichen und weiblichen Geschlechtsdrüsen, so finden wir dieselbe Uebereinstimmung die früher vom Embryo beschrieben wurde. Dabei ist jedoch nicht zu verkennen, dass in dem Entwicklungsmodus der ersten schon in der Larve fertig gebildeten Geschlechtsproducte und den im erwachsenen Thier hinzukommenden derselbe Unterschied, wie in der Aufeinanderfolge der Organismen, der Individuen, hervortritt. Denn wie die fertigen Keime zu neuen Individuen im Hoden und Eierstock ein Latenzstadium durchmachen, während das gesammte Zellenmaterial des elterlichen Organismus in beständiger Theilung sich befindet, so werden aus den Geschlechtszellen ebenfalls Zellen gesondert, die länger inert liegen bleiben, als die sofort in Theilung verfallenen: diese liefern die ersten Geschlechtsproducte; jene sind für den Nachwuchs, die Regeneration, bestimmt.

Für die Neubildung der Geschlechtsstoffe bei den Teleostiern würde hier noch Einiges über die Eibildung bei erwachsenen Fischen beizubringen sein, nachdem im voraufgehenden Abschnitt das Nöthige über die Regeneration im Hoden schon mitgetheilt wurde.

Nachdem Waldeyer in dem schon vielfach citirten Werk, Eierstock und Ei, die Eibildung bei den Teleostiern (Hecht) im Princip identisch mit der Eibildung bei den übrigen Wirbelthieren gefunden und den Ausgangspunkt dazu in das die innere Eierstocksoberfläche deckende „Keimepithel“ verlegt hatte, wurde in neuerer Zeit von Kolessnikow ¹⁾ und Brock ²⁾ dieser Vorgang durch

1) Kolessnikow: Ueber die Eientwicklung bei Batrachiern und Knochenfischen; d. Archiv, Bd. XV pag. 382.

2) J. Brock: Beiträge zur Anatomie und Histologie der Geschlechtsorgane der Knochenfische; Morph. Jahrb., Bd. IV pag. 565, 566.

Abbildungen illustriert. Ueber die Arbeit Kolessnikow's ist pag. 72 schon Einiges von uns gesagt worden. Die Abbildungen Brock's sind correct, und dieser Autor hat sehr wohl die Schwierigkeiten gefühlt, welche sich für den Nachweis der Entwicklung des Follikelepithels im Waldeyer'schen Sinne darbieten. Wir glauben nun die Angaben Brock's durch das Folgende ergänzen zu können, indem wir eine Beschreibung der Eierstöcke von *Gadus lota* zu verschiedenen Jahreszeiten geben ¹⁾.

Im November sind die Ovarien der *Gadus lota* zwei stattliche, muskulöse Schläuche, die von der Leber her zu beiden Seiten des Darmes nach abwärts ziehen und mit einem gemeinschaftlichen Gange auf der Urogenitalpapille hinter dem After ausmünden. Die peritoneale Oberfläche trägt ein plattes Epithel; darunter folgt die organische Musculatur, und von dieser aus ragen in das Innere eine grosse Zahl von Zotten hinein, auf denen die Eier befestigt sind. Die Oberfläche der Zotten ist mit einem cubischen Epithel bekleidet; darunter folgen die Anlagen der Eier und die reifen Eier selbst. Das reife Ei der *Gadus lota* hat einen Durchmesser von etwa 1 mm; daneben aber kommen kleinere Eier bis zu einem Durchmesser von 16μ vor. In diesen kleinsten isolirten Eiern lässt sich die Membrana granulosa durch 5 Minuten langes Einlegen in Ueberosmiumsäure deutlich sichtbar machen; cf. Fig. 52; bei den grösseren Eiern sieht man diese epitheliale Hülle am besten nach Wasserzusatz. Der Dotter der 16μ breiten Eier ist hell; das Keimbläschen enthält bei einer Grösse von 8μ gewöhnlich nur einen Keimfleck; in Figur 91 ist ein Keimbläschen eines solchen in Jodserum untersuchten Eies dargestellt, wo sich eben zwei kleinere Kügelchen von dem grossen Keimfleck loslösen wollen. Wächst nämlich das Ei, so wird das Keimbläs-

1) Brock hat schon in seinem hier citirten Aufsatz über die Reifung der Eier bei Sommer- und Winterlaichfischen die nöthigen Angaben gemacht; wir können dieselben bestätigen und weisen auf die Uebereinstimmung dieser Verhältnisse bei Teleostiern und Batrachiern hin. Doch nicht alle Thiere gehen mit fertigem Vorrath von Geschlechtsstoffen in den Winter; so wird man in Uebereinstimmung mit Semper (Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Pulmonaten, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. VIII, pag. 340 sqq.) bei *Limnaeus stagnalis* während der Wintermonate reife Eier oder Samenfäden in der Zwitterdrüse vergeblich suchen; *Helix pomatia* hat dagegen im Januar reife Geschlechtsstoffe schon ausgebildet.

chen vielkörnig; es treten viele Keimflecke darin auf. Ein solches Keimbläschen ist in Fig. 90 bei derselben Vergrößerung wie Fig. 91 dargestellt, so dass es keinem Zweifel unterliegt, dass der Zustand des Keimbläschens mit vielen Keimflecken dem mit einem Keimfleck nachfolgt, und dass die vielen kleinen Keimflecke durch Abtrennung von dem primären relativ grossen entstehen. In Fig. 90 ist neben dem Keimbläschen noch ein kleiner Ring körniger Substanz dargestellt, der sich von dem mehr peripher gelegenen, aber nicht gezeichneten hellen und klaren Dotter deutlich abhebt. Wachsen die Eier, so schreitet diese körnige Zone nach der Peripherie des Eies zu, und im reifen Ei werden neben feinkörniger Grundsubstanz grosse glänzende Kugeln im Dotter angetroffen. Gegen das Follikelepithel ist der Dotter des reifen und des der Reife nahen Eies durch eine 4μ dicke Porenhaut abgegrenzt, die bei jüngeren Eiern vermisst wird. Auf die Bildung des Dotters und der Porenhaut einzugehen ist hier nicht der Ort; die Veränderungen des Keimbläschens haben dagegen für die Entstehungsgeschichte des Eies hohe Bedeutung. Wir kommen darauf weiter unten zurück.

Neben den eben beschriebenen Eiern finden sich im November noch Schläuche oder Nester dicht unter dem Epithel der Innenfläche. Ein solches Ureiernest ist in Fig. 42 isolirt dargestellt; die Kerne der bindegewebigen Hülle sind bei h sichtbar.

Gadus lota laicht im Januar, und es bleiben die kleineren Eier für die nächste Brunst und die schon im November vorhandenen jüngsten Anlagen für die zweitfolgende Laichperiode im Eierstock zurück. Bis zum März haben sich aus dem jungen Nachwuchs schon wiederum Eier entwickelt; es gelingt aber um diese Zeit die Umwandlung noch zu beobachten. Für die Untersuchung halte ich das kurze, wenige Minuten dauernde Einlegen des ganz frischen Eierstockgewebes in 0,1% Ueberosmiumsäure sehr zweckmässig; es ist dann ziemlich leicht, von den Zotten der Innenseite grössere flächenhafte Stücke mit Nadeln abzuzupfen und an gefalteten Stellen das Profil, im Uebrigen die Ansicht der Theile von oben auf weite Strecken zu erhalten. Man durchmustert mit schwächeren Vergrößerungen das Präparat und isolirt aus ihm geeignete Parthien. Die Zellennester sind noch vorhanden und in bindegewebige Kapseln eingeschlossen; die Zahl der Zellen eines Nestes hat sehr zugenommen, und bei hinreichend starker Vergrößerung

(Zeiss Immers. M, Oc. 1) sieht man in einigen Kernen, siehe Fig. 74 oben, eine maulbeerförmige Theilung. Die Veränderungen in den Zellen gehen nicht gleichmässig vor sich, wie wir das ja auch schon von den Eierstöcken der erwachsenen Batrachier, cf. Fig. 63, kennen gelernt haben. In weiter entwickelten Nestern oder Schläuchen erkennt man, wie Fig. 75 zeigt, die auf eine maulbeerförmige Kerntheilung folgende Gruppierung der Theile. Unten in der Figur ist eine noch kleine Eizelle von recht grossen Follikelepithelien umgeben; die Abschnürung von dem darüber gelegenen grösseren und von einer kleinzelligen Membrana granulosa umgebenen Ei markirt sich eben.

Dürften wir unseren Beobachtungen eine Deutung geben, so würden wir auf das in Fig. 41 dargestellte Stadium von der Geschlechtsdrüse der Forelle zurückgehen. Hier sind die Abkömmlinge der zuerst frei zwischen den Zellen des Peritoneums gelagerten Geschlechtszellen allseitig von den Derivaten des gewucherten Peritonealepithels umgeben. Die Construction des definitiven Eierstocks dürfte nicht schwer fallen, wenn wir uns vorstellen, dass in dem Bindegewebe zwischen den grossen Nestern Spalten entstehen, und durch Weiterwuchern beider Elemente, des Bindegewebes und der Zellen in den Nestern, der zottige, balkige Bau des Fischeierstocks sich ausbildet. Es würden dann alle Eianlagen und alle reifen Eier von Peritonealepithel umgeben sein, und das auf der inneren Oberfläche des Eierstocks von Waldeyer als Keimepithel angesprochene Zellenstratum diese Bezeichnung nicht verdienen, weil es nicht von den Geschlechtszellen, sondern von dem Peritonealepithel abstammt, dessen Bedeutungslosigkeit für die Bildung der Geschlechtsproducte bei den Embryonen der Batrachier und der Teleostier von uns nachgewiesen werden konnte und das als solches auch von Waldeyer niemals mit dem Keimepithel identificirt worden ist. Man hat in neuerer Zeit, und wir kommen auf diesen Punkt im allgemeinen Theile noch näher zurück, die Aehnlichkeit des von Waldeyer entdeckten Keimepithels mit anderen Belegzellen seröser Höhlen nachgewiesen; es ist jedoch unberechtigt, aus dieser Aehnlichkeit dem Keimepithel seine spezifische Bedeutung absprechen zu wollen; ja, wir sind sogar der Ueberzeugung, dass die Analoga der grossen Geschlechtszellen der Batrachier (cf. Fig. 43) bei allen Wirbelthieren im Keimepithel als etwas Besonderes vorkommen, sich aber nicht durch so auffallend embryonale

Eigenschaften vor den übrigen Zellen, mit denen sie in einfacher Lage gemischt auf dem Stroma der Geschlechtsdrüsenanlage sich finden, von vorn herein unterscheiden lassen als bei den Batrachiern. Jedenfalls liegen in dem Keimepithel der Embryonen, d. h. dem peritonealen Ueberzug des schon früh angelegten bindegewebigen Stroma's der Geschlechtsdrüsen höherer Wirbelthiere die Zellen, von denen die Geschlechtsstoffe abstammen, da nur in diesem Oberflächenepithel und an keiner anderen Körperstelle Ureier, und aus diesen Ureiernester sich bilden. Auf der anderen Seite darf nun aber auch nicht ohne Weiteres der zellige Belag an den freien Flächen der Geschlechtsdrüsen, in specie des Eierstocks, zu allen Zeiten als ein Keimlager aufgefasst werden. Für die Batrachier ist dies vorher nachgewiesen worden, und wenn unsere Auffassung von der Entwicklung des Teleostierovariums die richtige ist, so würde beim erwachsenen Teleostier das innere Oberflächenepithel dieselbe Bedeutung haben wie der platte Zellenbelag des Batrachiereierstocks; es würde aus Peritonealzellen, sogenannten Endothelien, bestehen. Da nun die ersten Eier sicher von den Geschlechtszellen abstammen, so wird man jene von uns beschriebenen unter dem Epithel der Innenfläche des Ovariums gelegenen Zellenester in erwachsenen Fischen auch für Abkömmlinge der ersten Geschlechtszellen halten, und so in dem Bildungsmodus beim erwachsenen Thier nur eine Wiederholung der vom Embryo her bekannten Vorgänge wiederfinden.

Bei Reptilien (*Lacerta agilis*, *Anguis fragilis*) habe ich, sobald die reifen Eier den Eierstock verlassen hatten, in Uebereinstimmung mit Leydig unter dem cubischen Oberflächenepithel junge Eischläuche gesehen. Die Bildung der definitiven Eizelle und ihres Follikelepithels konnte bei der Kleinheit der Theile und dem Untergang zahlreicher Anlagen nicht verfolgt werden. An den kleinsten Eiern ist die *Membrana granulosa* einschichtig, aus kleinen Zellen zusammengesetzt; Eier von 0,15 mm Durchmesser haben eine mehrfache, im Umkreise des Eies nicht gleichdicke Lage kleiner Follikelepithelien. Bei grösseren Eiern tritt der von Gegenbaur¹⁾ Waldeyer²⁾, Eimer³⁾ u. A. hervorgehobene Unterschied der

1) Gegenbaur: Müller's Archiv 1861.

2) Waldeyer: Eierstock und Ei, pag. 71.

3) Eimer: d. Archiv, Bd. VIII.

Follikelepithelien ein, der bekanntlich mit dem Wachsthum des Eies wieder verschwindet. Während nämlich das mittelgrosse Ei eine mehrschichtige aus kleinen und grossen Zellen (cf. Fig. 62) zusammengesetzte Membrana granulosa zeigt, wird das Follikel-epithel des reifen Eies wieder auf eine einfache Lage kleiner Zellen reducirt. In kleinen Eiern (cf. Fig. 58) sieht man das Keimbläschen mit einem Keimfleck und in diesem zuweilen noch ein stark glänzendes Körperchen; in den grösseren Eiern sind mehrere Keimflecke im Keimbläschen vorhanden.

Wenn es uns nun auch nicht gelungen ist, den Entwicklungsvorgang der Eier in erwachsenen Reptilien ausführlich zu verfolgen, so ist doch der Nachweis junger Anlagen, Zellennester, Eischläuche, unter dem Epithel der Eierstocksoberfläche nicht ganz bedeutungslos. Wir wissen durch die Untersuchungen Braun's¹⁾, dass bei den Embryonen der Reptilien die Ureier im Oberflächenepithel des Eierstocks gelegen sind und finden demgemäss dasselbe Verhalten wie bei den Amphibien und Teleostiern wieder: die vergrösserten Zellen des embryonalen Keimepithels der Reptilien senken sich wie die Geschlechtszellen der Amphibien in die Tiefe, theilen sich und bilden sich zum Theil sofort zu Eiern aus; ein anderer Theil bleibt dicht unter dem Epithel derjenigen Oberfläche liegen, wohin die reifen Eier entleert werden, und bildet nach jeder Brunst den Ausgangspunkt für die Neubildung von Eiern im erwachsenen Thiere. Es ist demgemäss nur im Embryo das Epithel des Eierstocks ein Keimepithel im Sinne Waldeyer's, insofern als, mit Peritonealepithelien gemischt, Ureier auf dem Eierstockstroma sich finden, die sich allerdings erst zu einer gewissen Zeit erkennen lassen. Nach der Theilung und Einwanderung der Ureier in den bindegewebigen Theil des Eierstocks gilt Leydig's Behauptung, dass die Eier der Reptilien nicht — oder wie es uns zu sagen gestattet sei, nicht mehr — vom Epithel der Eierstocksoberfläche abstammen: es sind alsdann die Ureier daraus verschwunden, und die Anlagen zu jungen Eiern befinden sich unter dem Epithel der Oberfläche.

Dasselbe glaube ich für die Säugethiere vertreten zu können. Es fanden sich unter dem cubischen Epithel der Eierstocksober-

1) Braun: Arbeiten aus dem zoolog.-zootom. Institut in Würzburg, Bd. IV.

fläche kleine oder grössere Zellennester in einer bindegewebigen Hülle eingeschlossen; bei trächtigen Hündinnen, mit mächtig entwickelten gelben Körpern in den Eierstöcken, waren diese Eischläuche kleiner als bei Hündinnen mit zurückgebildeten Corpora lutea und narbig zerklüfteten Ovarien. Die Lage des Oberflächenepithels zu den Eischläuchen ist weniger gut an Längsschnitten als an feinen Flachschnitten zu studiren, weil gerade über den Schläuchen das Eierstocksepithel gewöhnlich sehr abgeflacht ist, und man also Verhältnisse vor sich hat, wie sie von den sogenannten Endothelien her bekannt sind, die auf feinen Längsschnitten auch wohl nur schwerlich gesehen werden können. Recht gut kann man die Beziehungen des Oberflächenepithels zu den jungen Schläuchen, in denen es noch nicht zur Bildung von Eiern gekommen ist, studiren, wenn man den Eierstock einer Hündin für einen Tag in 0,1 % Osmiumsäure einlegt und mit einem Scalpell breite Fetzen des Epithels abhebt. Es zeigen sich alsdann eine continuirliche einschichtige Mosaik polygonaler Zellen und dicht unter der Oberfläche an zahlreichen Stellen runde Lücken. Fig. 72 stellt ein solches Präparat, von der Unterfläche gesehen, aus dem Ovarium eines drei Monate alten Hundes dar; man erkennt die regelmässige Mosaik des Epithels und dicht gestellte Vertiefungen, aus denen die im Eierstockstroma haftenden jungen Eischläuche herausgerissen sind. Die flachen Grübchen auf der Unterfläche des Epithels (cf. x in Fig. 72) sind durch abgeplattete Zellen gegen die Oberfläche geschlossen. Bei g ist eine Zelle auf der Unterfläche des Epithels erhalten, deren Kern in maulbeerförmiger Theilung begriffen ist. Wachsen also die für die Regeneration bestimmten Zellen durch Theilung zu Schläuchen aus, so dringen sie nicht allein in die Tiefe vor, sondern flachen auch, bevor sie von dem wuchernden Bindegewebe gänzlich in das Innere des Eierstocks verlagert werden, das ihnen direct aufliegende Epithel ab.

Die verschiedene Grösse der Schläuche zu verschiedenen Zeiten des Jahres und das Vorkommen von Uebergangsstadien zu ächten kleinen Eiern erhebt also die von Pflüger behauptete periodische Neubildung von Eiern bei den Säugethieren über allen Zweifel. Ebenso ist aber auch der von Waldeyer (pag. 45, Eierstock und Ei) gegebenen Auseinandersetzung die Berechtigung nicht abzuspochen: weil in der That die Neubildung der Eier im erwachsenen Thiere nicht den ganzen Cyclus wie im Embryo

durchläuft. Dies geschieht aber auch nicht im Hoden, wo ja ebenfalls, wie wir vorher angenommen, von der ersten Entwicklung her Zellen inert in den Schläuchen liegen bleiben, und, sobald sie die Umwandlung zu Samenfäden erleiden sollen, die Weiterentwicklung von dem Stadium beginnen, worin sie bei der ersten Entstehung gleichsam erstarrt waren; während ihre Schwesterzellen schon gleich die ganze weitere Entwicklung zu fertigen Geschlechtsproducten durchlaufen hatten.

Es erübrigt zum Schlusse, noch einige Bemerkungen über die Bedeutung des Follikelepithels beizubringen. Semper namentlich stellt an vielen Stellen seiner Arbeit über das Urogenitalsystem der Plagiostomen den Satz auf, dass die Follikelepithelzellen die Fähigkeit haben, sich zu verändern und die Zahl der Follikel zu vermehren. Wir finden hier also dieselbe Ansicht wieder, die von la Valette St. George für die Regeneration im Hoden widerlegt hatte. Aber auch für den Eierstock sind schon lange gute Gründe beigebracht, dass dem Follikelepithel keine Bedeutung für die Neubildung von Eiern zukomme. Die Semper'sche¹⁾ Beobachtung von dem Vorkommen polyedrischer oder runder Zellen von sehr verschiedenem Durchmesser zwischen den langen, cylindrischen Zellen des Eifollikelepithels bei *Raja clavata* ist von Balfour²⁾ richtig gedeutet worden; es kommt diesen vergrößerten Epithelien kein anderer Werth zu, als den vergrößerten Granulosazellen beim Eie der Reptilien³⁾; sie liefern Nährmaterial dem Eie und werden bei der Bildung des Dotters aufgebraucht. Wenn es erlaubt ist eine Ansicht über diesen Punkt vorzubringen, so scheint die Aehnlichkeit der vergrößerten Granulosazellen mit den Zellen des Corpus luteum darauf hinzudeuten, dass in den Follikelepithelien solche chemische Processe vorgehen, welche die Aufsaugung des in ihnen deponirten Materials erleichtern; vielleicht dürfte an eine fettige Degeneration gedacht werden, wie sie sehr schön an den gelben Körpern des Eidechseneierstocks *gradatim* zu demonstrieren ist. Die glänzenden gelblichen Körnchen der ver-

1) Semper: Das Urogenitalsystem der Plagiostomen etc. pag. 361.

2) Balfour: Quaterly journal of microscop. science; vol. 18. — new ser. pag. 408.

3) Eimer: d. Arch. Bd. VIII und Braun: Arbeiten aus dem zoolog.-zootom. Institut in Würzburg, Bd. IV.

grösserten Follikelepithelien des Corpus luteum fliessen allmählig zu grösseren Kugeln zusammen, worauf dann die Resorption erfolgt, und das Corpus luteum vernarbt. Für die Dotterbildung verlegen wir mit Gegenbaur¹⁾ den Schwerpunkt in die Eizelle selbst, die das von den Follikelzellen zugeführte Material in sich verarbeitet; wir nehmen mit Pflüger²⁾ eine Betheiligung des Follikelepithels an der Bildung der Zona radiata an und finden die wesentlichste Bedeutung der Membrana granulosa darin, dass sie „als Sprengorgan des Eierstocks zu dienen hat, welches dem Ei den Weg an die Oberfläche bahnen muss³⁾.“

V.

Von der Bedeutung der Hodenzwischensubstanz.

Seit Leydig hat ein constanter Bestandtheil des Hodens der Säugethiere, Vögel und Reptilien die Aufmerksamkeit vieler Beobachter erregt und mannigfache Deutung erfahren. Im Allgemeinen wurde die sogenannte Leydig'sche Zwischensubstanz zum Bindegewebe gerechnet. Waldeyer hat sie mit ähnlichen Zellen anderer Organe in das gut umgrenzte, neue Gebiet der „Plasmazellen“ eingereiht und darin wohl allgemeine Zustimmung erfahren.

Mit der Niederschrift dieser Arbeit beschäftigt finde ich in dem eben erschienenen vierten Hefte des 15. Jahrganges des Journal de l'anatomie et de la physiologie par Ch. Robin et G. Pouchet einen Aufsatz des Herrn Tourneux, worin zum ersten Male gewisse „Plasma“-Zellen des Ovariums mit den Zwischensubstanzzellen des Hodens verglichen werden. Dies würde nun für unsere Zwecke von nebensächlicher Bedeutung sein, da ja bekanntermassen in vielen Organen derartige Bildungen nachgewiesen sind. Doch hoffe ich zeigen zu können, dass die Zwischensubstanz des Hodens ein Gebilde eigener Art ist. Sie findet allerdings ihr Homologon im Eierstock; ist aber mit diesem zugleich von den Plasmazellen durchaus verschieden.

1) Gegenbaur: Müller's Archiv 1861.

2) Pflüger: Ueber die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen; pag. 81.

3) Pflüger: eod. loc. pag. 41.

Herr F. Tourneux leitet seinen Aufsatz mit einer historischen Darstellung ein, worin er Kölliker die Entdeckung der Zwischensubstanz des Hodens zuschreibt. Es hat aber schon Messing diesen Irrthum berichtigt; trotzdem wird Messing's Arbeit in dem ziemlich umfangreichen Literaturverzeichnis bei Tourneux aufgeführt. Vor Kölliker hatte nämlich Leydig im Jahre 1850 (*Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie* Bd. II p. 47) die sogenannte Zwischensubstanz des S ugethierhodens beschrieben und mit folgenden Worten charakterisirt: „— die, wenn sie nur in geringer Menge vorhanden ist, dem Laufe der Blutgefässe folgt; die Samenkanälchen allenthalben einbettet, wenn sie an Masse sehr zugenommen hat.“ Leydig beschrieb somit als der Erste die Zwischensubstanz des Hodens. Seine ersten Angaben mögen aber, nachdem er sie in seinem Lehrbuch der Histologie (1857) wiederholt und erweitert hatte, in Vergessenheit gerathen sein. Kölliker's Mikroskopische Anatomie stammt aus dem Jahre 1854; so mag es kommen, dass man die in jenem so verbreiteten Lehrbuch gegebenen Notizen für die ersten Nachrichten über die fragliche Bildung gehalten hat.

Geht man in der nun folgenden Literatur auf die Quellen der verschiedenen Meinungen über das Wesen der Zwischensubstanz zurück, so findet sich die eine in der Arbeit Boll's vom Jahre 1869, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der acinösen Drüsen, wo zum ersten Male die Zwischensubstanz des Hodens zum Gefässsystem in nähere Beziehung gebracht wurde. Boll beschreibt vom Hoden des Igels und des Kaninchens accessorische Zellen an den Uebergangszellen der Capillaren in Arterien und Venen: „Sehr merkwürdig“, sagt er p. 20, „war bei beiden Thieren die Structur der Blutcapillaren, die eine deutliche Zusammensetzung aus ziemlich starken, deutlich begrenzten, polygonalen granulirten Zellen zeigten, so dass ich erst daran dachte, feine Schläuche eines ächten Epithels vor mir zu haben, bis ich durch die Anwesenheit von Blutkörperchen innerhalb derselben eines Besseren belehrt wurde.“

Waldeyer fasst in seiner Arbeit: Die Entwicklung der Carcinome (*Virchow's Archiv* Bd. 55 p. 132) die Hodenzwischensubstanz als einen Zellenbesatz namentlich der kleinen Arterien des Hodens, als sogenannte Perithelien, auf. Mihalkowics (Beiträge zur Anatomie und Histologie des Hodens, Berichte der Königl.

Sächs. Ges. der Wissenschaften 1873) lässt die Lymphbahnen zwischen den Zwischensubstanzzellen entstehen und von diesem primären Lückensystem aus sich in die grösseren mit Endothel bekleideten Lymphgefässe fortsetzen.

Nach diesen Autoren gehört also die Zwischensubstanz des Hodens zum Bindegewebe, wofür sich auch, mehr allgemein gefasst, Leydig, Kölliker und v. Ebner (v. Ebner: Untersuchungen über den Bau der Samenkanälchen u. s. w. in den: Untersuchungen aus dem Institut für Physiologie und Histologie in Graz 2. Heft p. 200. 1871) ausgesprochen hatten. Waldeyer rangirte dann, wie schon erwähnt, die Zwischensubstanz des Hodens unter die Plasmazellen ein (Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. 11).

Eine andere Reihe von Autoren rechnet die Zwischensubstanz des Hodens zum Nervengewebe. Nachdem Henle in seiner Eingeweidelehre sehr zurückhaltend auf die Aehnlichkeit der Zellen mit Ganglienzellen hingewiesen hatte, glaubte später Letzerich und Harvey ganz bestimmt nervöse Apparate in der Zwischensubstanz des Hodens zu erkennen.

Am ausführlichsten hat F. Hofmeister in den Wiener Sitzungs-Berichten vom Jahre 1872, p. 77 sqq. über unseren Gegenstand geschrieben. Hofmeister ist geneigt, die Zwischensubstanz des Hodens als Epithelialgebilde aufzufassen; sagt aber, dass eine eingehendere Deutung erst dann möglich sein wird, wenn einerseits die Entwicklung des Hodens von seinen ersten Anlagen an bekannt, andrerseits auch das Bindegewebsgerüste desselben genauer studirt sein wird. Die Beziehung zu den Gefässen interpretirt Hofmeister richtig dahin, dass diese in den Spalträumen zwischen den Samenkanälchen verlaufen und demgemäss mit der Zwischensubstanz streckenweise zusammentreffen müssen.

Eine ähnlich umfassende Arbeit hat W. Messing in seiner Inaugural-Dissertation (Anatomische Untersuchungen über die Testikel der Säugethiere Dorpat 1877) geliefert. Auch Messing, vielleicht mehr geneigt, die Zwischensubstanz des Hodens zum Bindegewebe zu rechnen, erwartet eine definitive Entscheidung von Seiten der Entwicklungsgeschichte.

Nun haben beide Autoren schon gewichtige Beiträge nach dieser Richtung geliefert. Hofmeister gibt an, dass die Zwischensubstanz bei viermonatlichen Embryonen am mächtigsten entwickelt sei, fast zwei Drittel des Hodens ausmache; während der

Entwicklungsperiode einen Stillstand erleide, um dann wieder von Neuem zu wuchern. Ich kann die Angaben Hofmeister's durchaus bestätigen. Messing beschreibt ausführlicher die mächtig entwickelte Zwischensubstanz des Pferdes und berichtet über Embryonen dieses Thieres p. 69: „Bei dem kleineren Embryo bestand, ich möchte fast sagen, der ganze Hoden aus dieser Zwischensubstanz; die noch wenig entwickelten Hodenkanälchen waren nur spärlich in dieselbe eingestreut.“

Was ferner für die Frage nach der Natur der Hodenzwischensubstanz nicht ohne Bedeutung scheint, ist die Beobachtung Ehrlich's (Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. XIII, p. 263), dass neben den Zellen der Corpora lutea auch die Zellen der Zwischensubstanz des Hodens nicht jene charakteristische Anilinfärbung erleiden, wie sie bei der Mehrzahl der Plasmazellen auftritt.

Von meinen eignen Untersuchungen, welche sich über eine grosse Zahl von Säugethieren, Vögeln und Reptilien erstrecken, habe ich im Detail nur Weniges anzuführen, da ich hier nur die Angaben meiner Vorgänger zu bestätigen hätte. Ich verweise mit Bezug hierauf auf die überaus sorgfältige Arbeit Hofmeister's und erwähne nur Folgendes. Die Hodenzwischensubstanz ist, wie Leydig zuerst für Säugethiere und Reptilien, Mihalkovics für die Vögel nachgewiesen, constant vorhanden. Die Zwischensubstanz folgt dem Laufe der Blutgefässe, bildet aber keine eigentlichen Scheiden um dieselben, wie Boll zuerst angegeben hatte. Sie ist in Strängen oder Kugeln angeordnet. Die Zahl der in den einzelnen Strängen oder Kugeln gruppirten Zellen schwankt bedeutend; oft liegen viele, oft nur wenige Zellen zusammen; selten ist eine einzige Zelle, von Bindegewebe eingehüllt, isolirt anzutreffen. Mihalkovics erkannte an der Aussenfläche grösserer Stränge Endothelien. Wenn man nicht zu dünne Schnitte von Hoden, die in Müller'scher Flüssigkeit erhärtet wurden, zerzupft, kann man namentlich bei jüngeren Thieren eine continuirliche Haut um die einzelnen Gruppen von Zwischensubstanzzellen nachweisen, so dass man eher von Schläuchen, wie sie vom Eierstock bekannt sind, reden könnte. Die Ueberosmiumsäure schwärzt die in den Zellen der Zwischensubstanz enthaltenen Körnchen und macht die Zellgrenzen deutlich; doch gelingt es nur schwer, bei dieser Behandlung Kerne der Umhüllungsmembran nachzuweisen. Wir finden

ein ähnliches Verhalten bei den Hodenfollikeln von von la Valette St. George angegeben ¹⁾; auch hier treten die Kerne der Hülle — die Follikelkerne — bei der Behandlung mit Osmiumsäure nicht deutlich hervor. In Fig. 80 Taf. IV ist ein Schlauch der Hodenzwischensubstanz aus einem in Ueberosmiumsäure gehärteten Hoden eines dreimonatlichen Hundes dargestellt. Durch Herrn von la Valette St. George wurde ich auf ein Object aufmerksam gemacht, was Beides, die Kapselmembran und die Unabhängigkeit der Zwischensubstanz von den Blutgefässen, in exquisitester Weise demonstirt. Es ist dies der Hoden von *Sciurus vulgaris*, dem Eichhörnchen. Die beigefügte Zeichnung verdanke ich ebenfalls der Güte des Herrn von la Valette St. George. Das Präparat stammt von einem in Alcohol gehärteten Hoden, den ich nachzuuntersuchen die Gelegenheit hatte. Ein anderes, in Osmiumsäure gehärtetes Präparat, zeigte zwar die Grenzen der einzelnen Zellen distincter, doch nicht so evident die Kerne der umhüllenden Membran, wie sie hier bei h dargestellt sind. Die Lücken bei x sind durchschnitten und nur in den Umrissen wiederergegebene Hodenkanäle. Auch beim Eichhörnchen ziehen naturgemäss die Blutgefässe durch die Zwischensubstanz hindurch. Die Abgrenzung der Zwischensubstanz in grössere und kleinere mit eigener Membran versehene Kugeln weist jedoch sofort jede intimere Beziehung zu den Blutgefässen zurück, die bei langgestreckter Anordnung der Zwischensubstanz, wie sie sich vornehmlich beim Kaninchen findet, wohl vermuthet werden könnte. Aber auch selbst dann kann man durch geeignete Methoden die Unabhängigkeit der Zwischensubstanz von den Blutgefässen nachweisen. Man erreicht dies dadurch am einfachsten, dass man kleine Keile aus der in Müller'scher Flüssigkeit oder 0,1 % Osmiumsäure conservirten Hodensubstanz ausschneidet und vorsichtig die Hodenkanäle mit Nadeln herauszerzt. Die Blutgefässe, und das gilt von kleinen Arterien, Venen und Capillaren, liegen dann von spärlichem Bindegewebe umhüllt frei zu Tage; daneben, aber in durchaus eigenthümlicher Anordnung und nur auf kurze Strecken dem Laufe der Blutgefässe sich anschliessend, die Zwischensubstanz. Dabei überzeugt man sich leicht von der Integrität sowohl

1) Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. XII pag. 801 (Tafel XXXIV, Fig. 2 und 3).

der Blutgefässe als der Zwischensubstanz; die Arterien und Venen haben ihre Adventitia und die Zellstränge ihre formgebende Hülle.

Um noch einen nebensächlichen Punkt kurz zu berühren, so will ich hinzufügen, dass die Pigmentirung der Zwischensubstanz, soviel ich aus eigener Erfahrung und durch den Vergleich der Angaben verschiedener Autoren weiss, in einigen Species nur individuell bei Erwachsenen auftritt.

Wenn wir uns nun nach ähnlichen Bildungen im Eierstock umsehen, so möchte ich zuvor an die Metamorphose erinnern, welche bekanntermassen die Granulosazellen bei der Bildung des Corpus luteum durchmachen. Es hat zwar nicht an Beobachtern gefehlt, welche der Membrana granulosa jede Betheiligung am Zustandekommen eines gelben Körpers abgesprochen haben. Hier wäre in erster Linie His (Beobachtungen über den Bau des Säugethiereierstocks, Arch. f. mikroskopische Anatomie, Bd. I, pag. 151) zu nennen. Doch hat in neuester Zeit G. R. Wagener (Bemerkungen über den Eierstock und den gelben Körper; Archiv für Anatomie u. Entwicklungsgeschichte, Jahrg. 1879 pag. 175) überzeugend dargethan, dass bei der Bildung des Corpus luteum sowohl die Follikelhaut als die Membrana granulosa theilhaftig seien. Die Ansicht Bischoff's ¹⁾, Schrön's ²⁾, Pflüger's ³⁾ und Luschka's ⁴⁾, der sich auch Waldeyer ⁵⁾ angeschlossen hatte, ist somit von Neuem bestätigt worden. Wie von Baer zu dieser Divergenz der Meinungen steht, habe ich nicht in Erfahrung bringen können, da mir seine Werke nicht zugänglich waren, und sowohl His als Wagener ihn als Gewährsmann für ihre Ansicht citiren. Nach Wagener (l. c. pag. 188) vergrössern sich die Granulosazellen und nehmen Körnchen in ihren Leib auf. Von der Follikelhaut her wandern Gefässe, von Riesenzellen begleitet, ein und liefern den zweiten, bindegewebigen, Bestandtheil des Corpus luteum. Die

1) Bischoff: Entwicklungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen, pag. 33.

2) Schrön: Beitrag zur Kenntniss der Anatomie und Physiologie des Eierstocks der Säugethiere. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. XII, pag. 422.

3) Pflüger: Ueber die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen, pag. 95.

4) Luschka: Die Anatomie des menschlichen Beckens, pag. 331.

5) Waldeyer: Eierstock und Ei, pag. 94.

eigenthümliche Umwandlung der Granulosazellen zu grossen körnerreichen Zellen wurde von Wagener gradatim verfolgt und ist auch unter andern Bedingungen bei Reptilien schon früher beobachtet worden. Ich erinnere an die Untersuchungen Gegenbaur's¹⁾, Waldeyer's²⁾ und Eimer's³⁾ über die Eientwicklung bei Reptilien. Die jüngsten fertigen Follikel, von denen sich ein Exemplar aus dem Eierstock einer am 29. Juli untersuchten *Lacerta agilis* in Fig. 58 dargestellt findet, haben ein einschichtiges helles Follikelepithel. In Eiern von 0,15 mm Durchmesser findet eine Vermehrung der Granulosazellen statt; das Follikelepithel wird mehrschichtig, aber noch sind alle Zellen gleich und von blassem Aussehen. Bei grösseren Eiern finden sich nun, wie dies schon Gegenbaur angegeben, zwei Arten von Zellen in der Membrana granulosa, von denen die grösseren mit zahlreichen Körnchen erfüllt sind. Zwischen den grösseren Zellen sind kleinere gelagert, die aussen nach der bindegewebigen Follikelwand zu ein continuirliches Lager bilden, im Inneren der Membrana granulosa dagegen die grossen granulirten Zellen allseitig umgeben. Die Körnchen in den Zellen sind namentlich frisch und nach kurzer Behandlung mit dünnen Lösungen von Ueberosmiumsäure (5 Minuten in 0,1% Osmiumsäure) deutlich zu sehen. Im absoluten Alcohol tritt die Granulation der grossen Zellen weniger hervor; um so klarer aber der Unterschied zwischen den grossen und kleinen Follikelepithelzellen. Nach einem in Alcohol erhärteten Schnitt ist Fig. 62 gezeichnet: D ist der Dotter, Z die hier noch homogen erscheinende Zona pellucida, F eine Lage des Follikelepithels. Es unterliegt hier keinem Zweifel, dass die vorher homogenen Follikelzellen sich in jene granulirten grossen Zellen umgewandelt haben.

Vom Corpus luteum der *Lacerta agilis* gibt Leydig (Arten der Saurier pag. 133) an, dass es von einer fettigen Metamorphose des Follikelepithels herrühre. Es ist aber, wie Waldeyer (Eier-

1) Gegenbaur: Ueber den Bau und die Entwicklung der Wirbelthiere. Archiv für Anatomie und Physiologie, 1861, pag. 523.

2) Waldeyer: Eierstock und Ei, pag. 71.

3) Eimer: Untersuchungen über die Eier der Reptilien, Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. VIII. Man vergleiche namentlich Fig. 20 der Tafel XII.

stock und Ei, pag. 71) mitgetheilt hat, bei älteren der Reife nahen Follikeln zwischen Dotterhaut und bindegewebiger Follikelwand nur eine einschichtige Lage kleiner abgeplatteter Zellen übrig geblieben, indem die übrigen höchstwahrscheinlich als Bildungsmaterial für den Eidotter aufgebraucht wurden. Die Metamorphose der restirenden Zellen des Follikelepithels zu den körnigen grossen Zellen des Corpus luteum, auf dessen Innenfläche, wie ich wenigstens für die erste Zeit seines Bestehens bestimmt versichern kann, keine bindegewebigen Bestandtheile sich finden, geht also in analoger Weise wieder vor sich, wie sie früher während der Reifung des Eies sich schon vollzogen hatte. Nachdem das Ei den Follikel verlassen, vergrössern sich die im Innern des Follikels zurückgebliebenen Granulosazellen und bilden die Zellen des Corpus luteum. Die grossen granulirten Zellen der das Echsenei umhüllenden Membrana granulosa und die Zellen des jungen Corpus luteum haben die grösste Aehnlichkeit mit den Zwischensubstanzzellen des Echsenhodens.

Ist nun für die Zellen der Membrana granulosa nachgewiesen, dass sie in die den Zellen der Hodenzwischensubstanz sehr ähnlichen Zellen des Corpus luteum übergehen, so wird man wohl daran denken dürfen, dass unter Umständen eine bei normalen Bedingungen zu einem Ei oder einer Spermatogonie heranwachsende Zelle in eine den Zellen der Corpora lutea oder der Hodenzwischensubstanz ähnliche Form sich umgebildet habe. Es stammen nämlich Ei und Follikelzelle aus derselben Quelle; mag man nun an den für Vögel und Säugethiere von Waldeyer angegebenen Modus der Eibildung denken, oder an den zweiten, wie ich ihn für die Amphibien vorhin geschildert habe.

Dazu kommt Folgendes: Die Hodenzwischensubstanz und die homologen Bildungen im Eierstock finden sich nachweislich nur bei den Thierclassen, wo die wirklich reifenden weiblichen Keime zu den angelegten in einem grellen Missverhältnisse stehen. Es ist nämlich die Anlage dieser Keime bei einem Säugethier, einem Vogel oder einem Reptil, sowohl im Embryo als bei jeder Brunstperiode mindestens ebenso gross, als bei einem Amphibium oder einem Fische, und doch ist die Fruchtbarkeit der Letzteren eine ganz enorme im Vergleich mit den höheren Thieren. Es muss somit, wie dies auch allgemein anerkannt wird, bei den höchst organisirten Thieren die grösste Zahl der Keime zu Grunde gehen.

Indem wir nun noch hypothetisch annehmen, dass der functionelle Theil auch des Hodens der Säuger und Vögel (für Reptilien ist es ja bereits von Braun nachgewiesen worden) wie die Pflüger'schen Eischläuche dieser Thierclassen vom Keimepithel abstamme, aber einer nur einmaligen Abschnürung von der Oberfläche her seinen Ursprung verdanke, während beim Eierstock periodische Neubildung von der Oberfläche stattfindet, behaupten wir, die Hodenzwischensubstanz und die homologe Substanz im Eierstock besteht aus Pflüger'schen Schläuchen, die auf einem niedrigen Entwicklungsgrade stehen geblieben sind, und sich entweder zu functionellen Hodenschläuchen oder zu Eiern hätten ausbilden können. Was an Beweisen dafür vorgebracht werden kann, ist Folgendes.

Wie Pflüger angegeben, und wie sich leicht bestätigen lässt, findet während des ganzen zeugungsfähigen Alters der Säuger periodisch eine Neubildung von Eischläuchen von der Oberfläche des Ovariums her statt. Und jedesmal zeigen sich alsdann in der Zone, wo sich aus den neugebildeten Schläuchen schon kleine Follikel abgeschnürt haben, schlauchförmige Bildungen ganz mit jenen grossen granulirten Zellen angefüllt, wie wir sie von der Zwischensubstanz des Hodens beschrieben haben. Dass nun jene Schläuche abortive Eischläuche sind, glaube ich aus folgendem Befunde mit grosser Gewissheit darthun zu können. Von den Eierstöcken zweier drei Monate alten Hündinnen wies der eine unter der Zone der Eischläuche dicht gedrängt stehende, isolirte Eifollikel auf. Die abortiven Eischläuche waren nicht sehr zahlreich eingesprengt. In dem anderen Eierstock fanden sich unterhalb der Eischläuche nur sehr selten fertige Follikel; dagegen starrte die Zone, welche im anderen Eierstock durch die fertig gebildeten kleinen Eier eingenommen wurde, von jenen abortiven Bildungen. Ueber Form und Lage dieser Substanz orientirt man sich am besten an Eierstöcken, die in Ueberosmiumsäure gehärtet wurden. Die jungen Eier und die unfertigen Schläuche sind alsdann schwach braun gefärbt und homogen; die Zellen der abortiven Schläuche dagegen strotzend von tief schwarz gefärbten eingelagerten Körnchen. Der Zellkern ist stark glänzend, hat ein grosses Kernkörperchen: alles Eigenschaften, wie sie den Zellen der Zwischensubstanz und den umgewandelten Granulosazellen zukommen. Zum Vergleich mit der Hodenzwischensubstanz diene Figur 81, aus einem Schnitt des in Osmiumsäure gehärteten Ovariums eines dreimonatlichen

Hundes. Die abgebildeten Schläuche liegen in der Zone der fertigen Follikel und unterscheiden sich von den höher gelegenen jüngeren schlauchförmigen Bildungen in der angegebenen Weise. Sie kommen bei neugeborenen Hündinnen noch nicht vor. Bei der grossen Gesetzmässigkeit, in der wir seit Pflüger die von der Oberfläche gegen das Centrum zu fortschreitende Entwicklung der Eier kennen gelernt haben, sind wir berechtigt, die besprochenen Schläuche für abortiv zu erklären; da sie sich in der Zone fertiger Follikel finden und diese Zone bei weiter gehender Entwicklung ausserdem nicht reicher sondern ärmer an reifenden Eiern wird. Es gehen auch von den fertig gebildeten Follikeln noch eine grosse Zahl zu Grunde. Wagener hat in seiner Arbeit: Bemerkungen über den Eierstock und den gelben Körper l. c. Tafel VIII, eine Reihe interessanter Rückbildungen von Eiern abgebildet. Am meisten beachtenswerth ist Fig. 19A, indem sich hier die äusseren Granulosazellen schon ganz den Luteinzellen und den Zellen in den abortiven Eischläuchen analog umgewandelt haben. Auch die von His zuerst genauer studirten Kornzellen der Follikelmembran möchte ich hierher rechnen. Der von His gegebenen Beschreibung habe ich kaum etwas hinzuzufügen. Die Zellen stimmen in Form und Verhalten gegen Reagentien durchaus mit der Hodenzwischensubstanz und dem Inhalt der abortiven Eischläuche überein. Es ist von His schon hervorgehoben worden, dass die Kornzellen in der Wand des reifenden Follikels immer zahlreicher werden. Wenn man bedenkt, dass der reifende Follikel durch seine zunehmende Grösse immer mit neuen abortiven Eischläuchen in Berührung kommen wird, so hat dies Factum nichts Auffallendes. Recht instructiv sind die von His gegebenen Figuren 4 und 5 der 10. Tafel zum 1. Bd. des Archivs für mikroskopische Anatomie.

Geeignete Objecte haben uns nun ferner gezeigt, dass die schlauch- oder kugelförmigen Bildungen der Zwischensubstanz im Hoden und Eierstock von den Plasmazellen absolut verschieden sind, da beide Formen nebeneinander vorkommen können.

Die frappante Eigenthümlichkeit der Plasmazellen, in ihren Leib bei gewisser von Ehrlich vorgeschriebener Behandlung den Dahliafarbstoff aufzunehmen, (Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. XIII) während die Kerne dieser Zellen und das übrige Gewebe ungefärbt bleiben, bestimmte mich, diese Reaction von Neuem

an einer grossen Zahl von Objecten zu prüfen. Ich kann nun, wie Ehrlich bereits angegeben, durchaus bestätigen, dass die Zellen der Hodenzwischensubstanz und die Luteinzellen die Reaction nicht zeigen. Es bleiben auch die abortiven Schläuche und die Kornzellen des Eierstocks ungefärbt. Daneben finden sich aber im Hoden und im Eierstock von Hunden — ich habe dreimonatliche und achtmonatliche Thiere untersucht — ächte Plasmazellen von derselben Anordnung und demselben Verhalten gegen Dahlia wie sie Ehrlich aus anderen Organen beschrieben, und wo sie mit Leichtigkeit nachgewiesen werden können. Die Plasmazellen sind spärlich, und liegen von einander durch grosse Zwischenräume getrennt in Curvenzügen, die sich wohl dem Laufe der Blutgefässe anschliessen mögen; sie sind meist spindelförmig im Hoden und Eierstock und heben sich durch ihren tiefblau gefärbten Zellenleib, in dem der ungefärbte Kern eine wie mit dem Locheisen ausgestemte Lücke bei schwächerer Vergrösserung vortäuscht, von dem ganzen übrigen, ungefärbten Gewebe scharf und bestimmt ab. Ich glaube keine Zeichnung begeben zu müssen, um dies Verhalten zu illustriren. Die Präparate sind ohne Mühe herzustellen, und man wird sich leicht von dem Gesagten überzeugen können. Ein gutes Präparat wird sofort die Heterogenität der ächten Plasmazellen und der Hoden- und Eierstockzwischensubstanz demonstrieren. Am auffälligsten wird der Unterschied, wenn man ein Stück der zu untersuchenden männlichen oder weiblichen Keimdrüse in Osmiumsäure härtet; ein anderes nach Erhärtung in Alcohol mit Dahlia färbt. Auf feinen Schnitten des Osmiumsäurepräparats kann man sich sofort über Lage und Form der Zwischensubstanz orientiren; die Plasmazellen treten nicht hervor. Feine Schnitte des in Alcohol gehärteten und in Dahlia gefärbten Präparates zeigen auffällig und klar die Vertheilung und Gestaltung der Plasmazellen. Man sieht auf den ersten Blick, dass beide Bildungen Nichts mit einander gemein haben.

In Eierstöcken erwachsener Schweine habe ich Plasmazellen vermisst; abortive Eischläuche und His'sche Kornzellen lassen sich an Osmiumsäurepräparaten leicht nachweisen; ich muss deshalb die Geschlechtsdrüsen junger Hunde zur Nachuntersuchung empfehlen.

Bei der grossen Uebereinstimmung der von Hoden und Eierstock bis jetzt behandelten Gebilde — der Hodenzwischensubstanz

einerseits und der abortiven Eischläuche andererseits — wird es wohl erlaubt sein, beide für identisch und wie dies näher ausgeführt wurde, von den Plasmazellen verschieden zu erklären. Die abortiven Eischläuche stammen vom Keimepithel; wir vermuthen, dass die Hodenzwischensubstanz bei Vögeln und Säugethieren aus derselben Quelle sich ableite. Bestimmter kann dies schon nach Braun's Beobachtungen für die Hodenzwischensubstanz der Reptilien geschehen. Es findet sich bei Braun die Angabe, dass man in frühen Stadien eine Menge Ureier im Stroma des Hodens finde. Von diesen Ureiern, die wie beim Ovarium vom Keimepithel abgeleitet werden, wird weiter ausgesagt, dass sie in die Hodenkanälchen, die Abkömmlinge des Wolff'schen Körpers, einwandern oder vielleicht zum Theil zu Grunde gehen. Der auf p. 159 der oben citirten Arbeit Braun's gegebenen Formulirung: „Ueber die Herkunft der eigenthümlichen gelben Zellen zwischen den Hodenkanälchen der Eidechsen, auf welche Wagner, Leydig u. A. aufmerksam gemacht haben, und die sich leicht in jedem Zerzupfungspräparat nachweisen lassen, konnte ich mir keine bestimmte Ansicht bilden“ möchte ich jedoch nicht zustimmen, sondern mir vielmehr folgenden Schluss erlauben:

Da nachgewiesenermassen diese Zwischensubstanz in ihrem ganzen Verhalten genau mit unzweifelhaften Abkömmlingen des weiblichen Keimlagers übereinkommt, so wird man ungezwungen die Zwischensubstanz des Echsenhodens als modificirte Ureier ansehen dürfen.

Wir halten nach dem Gesagten die Hodenzwischensubstanz und die abortiven Eischläuche für gleichartige Gebilde. Man wird die Homologie derselben mit Bestimmtheit behaupten können, wenn mit grösserer Gewissheit als bisher die Ableitung des functionellen Theiles des Hodens vom Keimepithel auch für Vögel und Säugethiere wird nachgewiesen sein.

Bei den höheren Thieren verkümmert demgemäss eine grosse Zahl von Keimen und bildet im Hoden und Eierstock eine Substanz, die in Schläuchen oder Nestern zwischen den zur Reife gelangenden Theilen persistirt und bestimmte Veränderungen erleidet: indem sie im Eierstock mit der Reifung der Follikel vernichtet durch die periodische Neubildung von Eischläuchen wieder ersetzt wird, im Hoden dagegen persistirend das bisher unter dem Namen der Leydig'schen Zwischensubstanz bekannte Gewebe bildet.

VI.

Allgemeine und resümirende Betrachtungen.

Die Vermehrung aller lebenden Formen und die Erhaltung ihres Bestandes geschieht nur nach einem Princip, dem der Theilung. Wir kennen keine andere Art der Entstehung: denn für eine sich heute noch vollziehende *Generatio aequivoca* ist trotz der angestrengtesten Bemühungen kein einziger, stichhaltiger Beweis beizubringen gewesen.

Gehen wir auf die niedersten, einzelligen Organismen zurück, wo uns die fundamentalen Erscheinungen des Lebens von allen complicirenden Beigaben höherer Wesen nackt und frei entgegen treten, so gewahren wir bald eine doppelte Art der elterlichen Zeugung. Das eine Mal genügt, wie bei der Vermehrung der Zellen in den Leibern vielzelliger Organismen, die einfache Theilung zur Erzielung einer Brut. Man ist darüber einig ¹⁾, dass dieser Modus alle Arten der ungeschlechtlichen Fortpflanzung umgreift. Das andere Mal aber wird der Act der Theilung erst durch eine Conjugation eingeleitet, und dieses sind die mannigfachen Arten der geschlechtlichen Fortpflanzung. — Beide Fortpflanzungsformen kommen gemischt oder abwechselnd im Thier- und Pflanzenreich vor. — In ihrer primitivsten Gestalt vollzieht sich die Conjugation in der Weise, dass die ganzen Leiber der einzelligen elterlichen Individuen sich vermischen und entweder vereint oder nach der Conjugation wiederum getrennt zur Theilung sich anschicken. Bei diesen Wesen gibt es weder Geschlechtsorgane, noch sonstige geschlechtliche Unterschiede: sie sind homologe Zellen, Individuen und Generationsorgane zugleich. Das Individuum geht ganz auf

1) O. Bütschli: Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien. Frankfurt a. M. 1876, pag. 207: „Ich muss daher auch jetzt eine Fortpflanzung der Infusorien auf anderem Wege als durch einfache Theilung oder Knospenbildung (die nur als eine Modification der Theilung aufzufassen ist), für nicht erwiesen halten.“

C. Gegenbaur: Grundriss der vergleichenden Anatomie; zweite verbesserte Auflage, 1878, pag. 17: „diese Vermehrung durch Sprossenbildung geht ohne scharfe Grenze in die am meisten verbreitete Art der Vermehrung, nämlich jene durch Theilung über“.

in die Erhaltung der Art: was bei einer Amoebe noch vor Kurzem dem Leibe zur Fortbewegung diene, kann bald darauf in ein Theilprodukt aufgenommen und vom Mutterthiere losgelöst, als Junges eine eigene Existenz führen.

Bei den mehrzelligen Organismen tritt die Individualität charakteristischer und selbstständiger hervor; für die Erhaltung der Art sind bestimmte Drüsen: die Geschlechtsdrüsen, angelegt und es unterliegt heute keinem Zweifel mehr, dass das Wesentliche der geschlechtlichen Fortpflanzung vielzelliger Organismen in der Vereinigung der Producte der männlichen und weiblichen Geschlechtsdrüse besteht, dass alle voraufgehenden oder begleitenden Vorgänge nur den Werth besitzen, das Zusammentreffen von Samenkörper und Ei mehr und mehr zu sichern.

Durch die neuesten Untersuchungen über das Wesen der Befruchtung von Strassburger, van Bambeke, Bütschli, Fol, O. Hertwig, Calberla ¹⁾ wurde der Beweis geführt, für die Auffassung der organischen Welt von der höchsten Bedeutung, dass die Vereinigung von Samen und Ei, also die Einleitung der geschlechtlichen Fortpflanzung bei vielzelligen Organismen, in derselben Weise sich vollziehe wie die Conjugation einzelliger Wesen. Wird man in beiden dasselbe Princip widererkennen?

Die Conjugation einzelliger Organismen vollzieht sich zwischen zwei homologen Zellen, denen alle das Leben charakterisirende Eigenschaften zukommen. Wir werden demgemäss für die Conjugation von Samen und Ei die Fragen zu beantworten haben: 1) sind die Geschlechtsstoffe Zellen; 2) sind diese Zellen homolog; 3) kommen dem Ei und dem Samenkörper, jedem für sich, alle das Leben charakterisirende Eigenschaften zu, das heisst, sind die Geschlechtsproducte durch Theilung bestimmter Zellen entstanden, die zu einer sehr frühen Zeit — vor jeder histologischen Differenzirung — in der embryonalen Anlage als etwas Besonderes kenntlich waren?

Die erste unserer drei Fragen hat eigentlich nur histori-

1) In Betreff der Literatur verweise ich auf die sorgfältigen Angaben O. Hertwig's in seinen: Beiträgen zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies; Morphologisches Jahrbuch, Bd. I, p. 347; Bd. III, pag. 271. Die Arbeit Calberla's über den Befruchtungsvorgang beim Eie von *Petromyzon Planeri* findet sich: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. XXX, pag. 437.

sches Interesse, da für das Ei schon Schwann ¹⁾ dieselbe in bejahendem Sinne erledigt hat und spätere Einwände von Gegenbaur ²⁾, Pflüger ³⁾, von la Valette St. George ⁴⁾ und vielen Anderen gebührend zurückgewiesen worden sind. Auch die Auffassung des thierischen Eies von Seiten Goette's ⁵⁾ hat wohl bei keinem Biologen Anklang gefunden; doch hat man die Annahme Goette's bisher bloß aus Gründen, welche die Analogie an die Hand gab, zurückgewiesen. Wir konnten zeigen, dass die von Goette dargestellten Phasen der Entwicklung in der That vorkommen; wir glauben aber auch nachgewiesen zu haben, dass Goette für die Construction der Oogenese bei den Batrachiern nicht alle Stadien der Entwicklung vorgelegen, und dass demgemäss die beobachteten leicht falsch gedeutet werden konnten. Das Ei der Batrachier entsteht nicht durch Verschmelzung mehrerer Zellen; das dieser Auffassung zu Grunde liegende Bild — die maulbeerförmige Kernteilung einer Primordialzelle — ist die Vorbereitung zur Bildung von Ei und Follikelepithel: eine ächte multiple Zelltheilung. Goette hat die Eigenthümlichkeit des Batrachiereies, viele Keimflecke im Keimbläschen zu tragen, auf die Vereinigung mehrerer Kerne zum Keimbläschen zurückgeführt; wir konnten sowohl für Batrachier, als Teleostier und Reptilien den Nachweis liefern, dass die vielen Keimflecke durch Abspaltung von einem früher vorhandenen solitären gebildet werden, indem stets bei den kleinsten ächten Eiern nur ein Keimfleck, bei grösseren deren viele vorhanden sind (cf. p. 76, 79 und 82). Das Ei ist also seiner Entstehung nach eine Zelle, die allerdings im weiteren Wachstum durch Einlagerung von Nährmaterial und bei den höheren Thieren durch die Auflagerung einer von Aussen hinzugekommenen Membran, der Zona pellucida oder radiata, modificirt wird.

In der Lehre von der Entwicklung der männlichen Zeugungspro-

1) Schwann: Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachstum der Thiere und Pflanzen. 1839.

2) C. Gegenbaur: Ueber den Bau und die Entwicklung der Wirbelthiereier mit partieller Dottertheilung; Müller's Archiv 1861.

3) Pflüger: Ueber die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen, 1863.

4) von la Valette St. George: Ueber den Keimfleck und die Deutung der Eitheile, d. Archiv, Bd. II.

5) A. Goette: Die Entwicklungsgeschichte der Unke, 1875.

ducte wird es stets als ein grosses Verdienst Kölliker's¹⁾ zu verzeichnen sein, den Nachweis geliefert zu haben, dass die Samenkörper aus Zellen des zugehörigen Organismus entstehen; dass die Samenkörper in ihren mannigfachen Formen stets eine modificirte aber ganze Zelle repräsentiren, ist durch von la Valette St. George²⁾ und Schweigger-Seidel³⁾ nachgewiesen worden; das gefundene Gesetz wird durch neue sorgfältige Beobachtungen an bis dahin ununtersucht gebliebenen Objecten immer mehr und mehr bestätigt.

Nicht so einfach für uns wird die Beantwortung der zweiten Frage zu geben sein; doch wollen wir versuchen, die für ihre Bejahung oder Verneinung geltend zu machenden Gründe gegeneinander abzuwägen.

Ehe wir jedoch auf die Dignität der Geschlechtsstoffe selbst eingehen, sei es erlaubt, diejenigen Formveränderungen ins Auge zu fassen, die im Gefolge der ausschliesslichen Ausbildung eines Geschlechtes als äussere Geschlechtsverschiedenheiten auftreten; es sind dies: die ganze äussere Form und die neben den Geschlechtsdrüsen in den Dienst der Fortpflanzung gestellten Organe.

Was die äussere Form anlangt, so nehmen ihre geschlechtlichen Verschiedenheiten von den höchsten zu den niedersten Organismen, oder bei höheren embryologisch rückwärts verfolgt, immer mehr und mehr ab, bis schliesslich kein Unterschied mehr nachgewiesen werden kann. Dabei erkennen wir, dass das Geschlecht nicht das einzig Formgebende innerhalb der Species ist; da sonst beim Uebergang vom hermaphroditischen zum eingeschlechtlichen Zustande neben ausgesprochen männlichen oder weiblichen Individuen nur noch solche vorkommen könnten, die auf niederen Entwicklungsstufen des einen oder des anderen Geschlechtes stehen geblieben sind. Es gibt aber Formen, beispielsweise sei an die Arbeiter der Ameisen erinnert, die zum Zweck ganz anderer Aufgaben als der Fortpflanzung in bestimmter, charakteristischer Weise ab-

1) A. Kölliker: Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere, 1841.

2) von la Valette St. George: Ueber die Genese der Samenkörper, d. Arch., Bd. I.

3) Schweigger-Seidel: Ueber die Samenkörperchen und ihre Entwicklung, ebenda; beide Arbeiten erschienen gleichzeitig.

geändert und von Männchen und Weibchen ihrer Art gleich weit verschieden sind: in der Form des Bruststückes, in dem Mangel der Flügel und zuweilen der Augen, sowie in den Instincten¹⁾. Man wird wohl nicht einwenden, dass diese Arbeiter eben deshalb, weil ihre Geschlechtsorgane verkümmert sind, jene eigenthümliche Organisation erhalten haben.

Die männliche und weibliche Form sind nur als Variationen derselben Urform aufzufassen; Variationen, die einem bestimmten Bedürfnisse, den specifischen Leistungen beim Fortpflanzungsgeschäft, am besten entsprechen. Dass diese Variation durchgreifender ist, als diejenigen, welche einen Organismus für eine andere Leistung geschickter machen, hängt ab von der Fülle der gestellten Anforderungen; dass im concreten Falle sie nicht grösser zu sein braucht, als bei einer Form, die nach anderer Richtung variierte, und demzufolge alles Andere besser verrichtet als irgend eine Aufgabe beim Fortpflanzungsgeschäft, geht aus dem oben angeführten Beispiel von den Arbeitern der Ameisen hervor.

Auch die äusseren Geschlechtsorgane bilden sich durch Variation aus einer ursprünglich gleichen Anlage: männliche und weibliche Copulations- und Leitungsapparate sind homologe Theile¹⁾. Die Copulationsorgane sind nur einfach angelegt; die Leitungsapparate aber bei den meisten Thieren doppelt, also hermaphroditisch, so dass der ausgebildete männliche Leitungsapparat dem fertigen weiblichen analog, der verkümmerte männliche Ausführungsgang dem ausgebildeten weiblichen homolog ist. Immer aber stammen die Ausführungsgänge (Wolff-Müller'sche Gänge) von dem Epithel der Bauchhöhle ab, der bei niederen Thieren die Function der Ableitung der Geschlechtsproducte zugefallen war. Die Bedeutung der Duplicität der Ausführungsgänge ist nicht leicht zu verkennen, indem dadurch bei den Hermaphroditen eine Selbstbefruchtung erschwert und eine gegenseitige Copulation angestrebt wird.

1) Darwin: Ueber die Entstehung der Arten; übersetzt von J. V. Carus, 1872, pag. 309.

1) Waldeyer: Eierstock und Ei, pag. 152: „Hier giebt es in der That einen indifferenten, gewissermassen neutralen Urzustand, der sich dann entweder nach der männlichen oder weiblichen Seite hin weiter ausprägt“. Man vergleiche hierzu auch die älteren Arbeiten von Rathke und J. Müller, citirt bei Waldeyer. Ebenso Leuckart: Zeugung, Handwörterbuch der Physiologie von R. Wagner, IV. Bd., pag. 763.

Wir haben nunmehr die Dignität der Geschlechtsdrüsen selbst zu prüfen, deren Verschiedenheit zu allererst das Geschlecht charakterisirt und alle weiteren körperlichen und geistigen Unterschiede inducirt.

Nach der bei Weitem grössten Mehrzahl bis jetzt vorhandener entwicklungsgeschichtlicher ¹⁾ Studien ist man nur berechtigt, eine allerdings bis in die kleinsten Details durchgeführte Analogie in den Geschlechtsdrüsen anzunehmen. Dass diese Kenntniss nicht mit einem Schlage gewonnen wurde, beweist eine sorgfältige Mustering der uns jetzt unbegreiflich erscheinenden Vergleiche ²⁾, die vor Reichert und von la Valette St. George auf diesem Gebiete durchgeführt wurden.

Die erste Entdeckung eines analogen Entwicklungsganges männlicher und weiblicher Geschlechtsproducte und die Charakterisirung des Zeitmomentes, wo die Eigenthümlichkeiten des Geschlechts an den bis dahin indifferenten Geschlechtsstoffen auftreten, verdanken wir Reichert ³⁾. Von ihm wird zuerst eine Samennutterzelle mit einer Eizelle verglichen, und obgleich die Vorstellung über die Vermehrung der Zellen eine antiquirte ist, so bleibt doch der aufgestellten Analogie stets eine hohe Bedeutung.

Die Reichert'schen Beobachtungen sind an Nematoden gemacht; bei höheren Thieren sind die feineren histologischen Verhältnisse complicirter, und während man schon längst daran gewöhnt war, das Ovarium als das Analogon des Hodens zu nennen,

1) Entwicklungsgeschichtliche Studien brauchen sich nicht auf die embryonale Periode allein zu beschränken. Alle Beobachtungen des continuirlichen Ueberganges von einem gegebenen Zustande zu einem späteren, in der äusseren Form und der histologischen Zusammensetzung veränderten, soweit dies überhaupt in die Grenzen des Normalen fällt, gehören unter diesen Begriff.

2) Von vielen nur eine Probe: A. Lereboullet (*Anatomie des organes génitaux des animaux vertébrés*; Nova Acta Acad. Caes. Leop. T. XXIII, P. I, 1851) stellt eine Analogie zwischen männlicher und weiblicher Geschlechtsdrüse auf, die er dadurch begründet, dass die Ampullen oder Schläuche der Hoden mit den Graaf'schen Follikeln der Eierstöcke verglichen werden. Wie die Membrana granulosa der Follikel die Eier produciren, so liefere der epitheliale Belag der Hodenschläuche oder Hodenampullen die Spermatozoen.

3) C. B. Reichert: Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Samenkörperchen bei den Nematoden. Müller's Archiv 1847, pag. 126.

so gelang es doch erst von la Valette St. George¹⁾ dieselben Analogien für die Geschlechtsproducte höherer Thiere aufzufinden, die von Reichert bei den Würmern entdeckt worden waren. Der Cardinalpunkt der Arbeiten von la Valette St. George's mit Bezug auf diese Frage, ist die Erkenntniss, dass die vergleichbaren Theile bei niedern Thieren — Spermatogonie und Eizelle — bei den höheren Thieren noch besondere Hüllen besitzen und mit diesen einander analog sind. Trotz dieser grossen Uebereinstimmung in den fertigen Geschlechtsproducten und in der Art der Vereinigung von Samen und Ei mit der Conjugation einzelliger Organismen, bei der nachgewiesenen Homologie aller das Geschlecht charakterisirenden Einrichtungen, wird man in den Angaben der Autoren über die erste Entstehung der Geschlechtsdrüsen jeden Anhalt für eine Homologisirung der Geschlechtsstoffe vermissen. Aus den Beobachtungen Waldeyer's und Semper's ist vielmehr mit grosser Wahrscheinlichkeit zu folgern, dass der rudimentäre Hermaphroditismus höherer Thiere schon früh in der embryonalen Anlage vorgebildet sei. Auch diejenigen Autoren, denen wir die Aufklärung über den Vorgang der Befruchtung verdanken, halten Samen und Ei für ungleichwerthige Individuen (cfr. Bütschli, Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge etc. pag. 214). Wir können demgemäss die Homologie der männlichen und weiblichen Zeugungsstoffe nur mit Rücksicht auf unsere eignen Beobachtungen aussprechen; dabei setzen wir voraus, dass diese Beobachtungen sich auch bei den übrigen Thierklassen *mutatis mutandis* werden bestätigen lassen. Wir konnten uns nicht davon überzeugen, dass die Eier aus dem Keimepithel und die Samenzellen vom Wolff'schen Gange sich herleiten; sondern mit Semper und Braun führten wir die functionellen Theile des Hodens und Eierstocks auf dieselbe Quelle, das Keimepithel, zurück. Wir wurden aber durch die Eigenthümlichkeiten unseres Untersuchungsmaterials dahin geführt, im Keimepithel noch besondere Zellen „die Geschlechtszellen“ zu erkennen, von denen ausschliesslich durch fortgesetzte Theilung die Geschlechtsstoffe abstammen.

1) von la Valette St. George: Die Spermatogenese bei den Amphibien; d. Archiv, Bd. XII, pag. 821: „Als Ausgangspunkte des Vergleiches würden Ei und Samenfollikel nebeneinander zu stellen sein mit ihrem Inhalte“. Vergl. auch die Anmerkung dazu.

Es wäre demgemäss der nach Waldeyer schon sehr früh ausgesprochene Gegensatz des Geschlechts nicht vorhanden; sondern in beiden Geschlechtern würden aus dem „Keimepithel“ die functionellen Theile der Geschlechtsdrüse sich entwickeln; aus den Wolff'schen Gängen und der Urniere die Ausführungsgänge der männlichen Geschlechtsdrüse hervorgehen, deren Homologon beim Eierstock bald nach der Anlage verkümmert und von Kolliker wohl mit Unrecht für die Matrix der Granulosazellen der Eier gehalten worden ist. Das Keimepithel anlangend, so vermuthen wir, dass bei höheren Wirbelthieren den „Geschlechtszellen“ der Batrachier gleichwerthige Zellen mit Peritonealepithelien gemischt vorkommen, sich aber erst secundär als „Geschlechtszellen“ zu erkennen geben.

Während wir uns in diesem Punkte mehr der Semper'schen Auffassung und Darstellung nähern, so kommen wir doch nicht mit ihm über den Zeitpunkt und die Art der Geschlechtsdifferenzirung nach Ausbildung der Ureiernester überein. Den ausgesprochenen Hermaphroditismus und damit einen Gegensatz des Geschlechts, statuirt Semper freilich erst in späterer Entwicklungsperiode als Waldeyer, aber seine principielle Auffassung des Vorganges ist trotzdem, wie uns wenigstens scheint, dieselbe zu der Waldeyer sich bekennt. Was für Waldeyer das Keimepithel (cf. Virchow und Hirsch Jahresbericht pro 1874, Bd. I., pag. 172), das sind für Semper die Ureiernester, wovon unser Autor pag. 392 seines Werkes über das Urogenitalsystem der Plagiostomen sagt: „Dort wird die centrale Zelle zum Ei und es dienen ihr wohl die umgebenden Follikelzellen als Nährzellen (Ludwig); hier wird umgekehrt die centrale Zelle resorbirt, gradezu aufgezehrt und die Ausbildung der Spermatozoen ist ausschliesslich an die Umbildung der Follikelepithelzellen gebunden.“ Diesen Bildungsmodus hat von la Valette St. George¹⁾ im Hoden erwachsener Plagiostomen nicht auffinden können, obwohl nach Semper kein Unterschied bei Embryonen und geschlechtsreifen Männchen in der Bildung der Ampullen bestehen soll. Unsere Untersuchungen haben uns gezeigt, dass aus den Ureiernestern, den Pflüger'schen Schläuchen, sowohl Eier als Spermatogonien

1) von la Valette St. George: De spermatosomatum evolutione in Plagiostomis; Bonn 1878.

entstehen können, und dass der Unterschied der Geschlechtsstoffe weder auf einer räumlichen Trennung zweier zuerst vereinigten heterogenen Anlagen (Waldeyer), noch auf der Abspaltung von einer gemeinschaftlichen Uranlage und darauf folgender verschiedenartigen Entwicklung (Semper), sondern einfach in den verschiedenen Wachstums- und Umbildungsvorgängen derselben embryonalen Zellen beruhe. Zellen eines Pflüger'schen Schlauches werden zum Ei, indem sie bei Batrachieren aus sich eine Granulosa produciren und alsdann ungetheilt weiter wachsen; sie werden zu Samenfäden indem die der Eizelle morphologisch gleichwerthige Spermatogonie sich vielfach theilt, beständig von einer der Granulosa des Eies homologen Follikelhaut umschlossen. Eier und Spermatogonien sind bei Batrachiern und Knochenfischen ganz sicher homologe Bildungen, weil sie durch Variation aus derselben Anlage hervorgegangen sind; es wird sich dasselbe auch für die Geschlechtsstoffe aller Wesen nachweisen lassen.

Wollen wir nun die Befruchtungs- und Conjugationerscheinungen identificiren, so werden wir von der Spermatogonie noch einen Schritt weiter zu thun haben und physiologische Gleichwerthigkeit zwischen den Spermatocyten und der Spermatogonie verlangen müssen. Da die Spermatocyten jedoch durch Theilung aus der Spermatogonie hervorgehen, und nicht jede Theilung der Zellen mit Arbeitstheilung verbunden ist, so wird der Annahme kein ernstes Bedenken entgegengetragen werden können, dass beim Befruchtungsakt höherer Thiere zwei homologe Zellen zusammentreten, wie bei der Conjugation niederer Organismen. Es ist in Uebereinstimmung mit der activen Rolle, die dem Samen bei der Befruchtung zufällt, dass sowohl im Thier- wie im Pflanzenreich die der Eizelle morphologisch entsprechende Spermatogonie sich vielfältig theilt, und so auf einen weiblichen Keim viele männliche liefert.

Man wird demgemäss die Geschlechter nicht als etwas Verschiedenes, ihre Entstehung nicht als die fortschreitende Ausprägung eines von vorn herein gegebenen, aber latenten und nicht in die Erscheinung tretenden Gegensatzes auffassen. Die Bildung des Geschlechts, am auffälligsten durch die Geschlechtsdrüsen repräsentirt, vollzieht sich nicht etwa in der Weise, wie die Lunge aus dem Darm sich abspaltet, um mit dem zurückbleibenden Theile desselben besser und vollendeter die Aufgaben zu lösen, welche

dem primitivn Darm gestellt waren; die Differenzirung des Geschlechts und die Entwicklung von Hoden und Eierstock geht aus einer indifferenten Anlage vor sich, wie die Flügel und die Beine eines Vogels, die verschiedenen Segmentanhänge eines Gliederthieres sich als homologe Theile entwickeln.

Es treten somit bei der Befruchtung nicht zwei heterogene Elemente zusammen, die einander ergänzen, zusammen ein Ganzes bilden; es treffen sich vielmehr zwei homologe Zellen, von denen die eine zum Zweck der Conjugation sich in eine beweglichere Form umgegossen, die andere sich mit Nährstoffen beladen und mit Schutzvorrichtungen versehen hatte. Offenbar ist durch diese Anschauung an dem thatsächlichen Vorkommen des Hermaphroditismus und seinem rudimentären Bestehen bei den höchsten Thieren in keiner Weise Zweifel erregt, wenn auch die Auffassung der Erscheinungen modificirt wurde.

Man wird demgemäss ferner nicht daran denken dürfen, dass bei der ungeschlechtlichen Zeugung in einer Zelle (oder einem Complex von Zellen bei der Knospenbildung von Thieren mit mehreren Leibesschichten) die beiden Energien enthalten seien, die bei der Befruchtung von Samen und Ei zusammentreffen; die ungeschlechtliche Zeugung geht entweder continuirlich neben der geschlechtlichen her oder wechselt mit ihr ab. Bei niederen Thieren ist der Vorgang augenfällig zu verfolgen. Auf eine Conjugation — Verjüngung wie Bütschli dies treffend genannt hat — folgt die Theilung der vereinigten oder wieder getrennten Individuen, die dann ohne intercurrirnde Conjugation eine Zeit lang fortgeht. Besteht aber in den höheren Organismen nicht fortwährend eine ungeschlechtliche Zeugung? Wo die Individualisirung einer Zellen-colonie noch nicht gross genug geworden ist, schafft die ungeschlechtliche Vermehrung, d. h. die ohne direkt vorausgehende Conjugation erfolgende Theilung, neue Individuen; wo die Einordnung der Theile in ein einheitliches Ganze straffer geworden ist, da sorgt die ungeschlechtliche Theilung der Zellen nur für den Ersatz des abgängigen Alten im einheitlichen Organismus selbst.

Es scheint, als ob alle Zellen, ehe sie in Theilung verfallen können, den Verjüngungsprocess der Conjugation durchgemacht haben müssen; dann aber für lange Zeit auch in ihren Nachkommen dieses Incitamentes nicht mehr bedürfen. Die Theilung nach der Conjugation schafft Individuen verschiedener Dignität, je nachdem

sie einfach additionell oder mit Arbeitstheilung verläuft. Bei einzelligen Organismen gibt es nur eine einfache additionelle Theilung; jede neu entstandene Zelle löst sich vom Mutterorganismus los und wird dadurch individualisirt. Bei mehrzelligen Organismen gehen beide Theilungsformen nebeneinander her und der Begriff des Individuums — des zur selbständigen Existenz befähigten Organismus — lässt sich nur experimentell feststellen; da manche vielzelligen Organismen künstlich theilbar sind, und die einzelnen Theile nicht allein fortleben, sondern zu vollständigen Individuen wie der Stammorganismus wieder heranwachsen. Wir scheiden vorläufig aus unserer Betrachtung denjenigen Zellencomplex mehrzelliger Organismen aus, der durch einfache additionelle Theilung sich vermehrend, den Zwecken des Gesamtorganismus nicht zu Gute kommt und ausschliesslich für die Erhaltung der Art in Form der Geschlechtsdrüsen bestimmt ist.

Die Individuen niederster Ordnung, die Zellen, treten bei den Thieren in verschiedener Weise zu dem engeren Verbande eines Individuums höherer Ordnung zusammen und sind nur unter gewissen Bedingungen zu einer selbständigen Existenz befähigt. Oft genügen dieselben Bedingungen unter denen ein Ganzes existirte, für das gesonderte Fortleben der spontan oder künstlich geschaffenen Theile; schliesslich aber sind die Bedingungen für das Bestehen der Theile nur noch in dem complicirten Organismus, dem sie angehören, selbst zu finden. So entsteht bei denjenigen Organismen, in denen durch günstige Bedingungen gewissen Zellencomplexen die Möglichkeit der Loslösung vom mütterlichen Organismus — der Amme — gegeben ist, der Generationswechsel; bei anderen Thieren wird diese Erscheinung unterdrückt, wenngleich der eine Factor für ihre Entstehung — die ungeschlechtliche Vermehrung, die Zelltheilung ohne direct vorausgehende Conjugation — vorhanden ist. Zwischen den extremen Formen mangelt es nicht an Uebergängen.

In dem gewaltigen Formenreichthum der Cestoden wechselt mit geschlechtlicher Zeugung eine „ungeschlechtliche Vermehrung“ ab¹⁾, indem der Zelltheilungsprocess der Amme viele gleichartige Segmente schafft. Meistens bleibt aber die Individualität der entstandenen Segmente latent, während in anderen Fällen²⁾ jedes ein-

1) J. J. Steenstrup: Generationswechsel.

2) van Beneden: Les vers cestoides ou acotyles; Bruxelles 1850.

zelne Glied als selbständiges Thier von der Amme sich loslöst. Während aber bei niederen Thieren die Segmentirung wenigstens äusserlich ausgesprochen ist und bei den Cestoden in der Bethätigung der Geschlechtsfunctionen sogar einen individuellen Character bewahrt, geht bei höheren Thieren die im Embryo ange-deutete Segmentirung bei der weiteren Entwicklung mehr und mehr verloren.

Für das Pflanzenreich hat Vöchting neue experimentelle Beiträge über Individuum und Individualisirung geliefert; doch wird man seinem Ausspruch¹⁾: „So führt also Alles zu der Annahme, dass in dem Stoff- und Kräftecomplex jeder einzelnen lebendigen vegetativen Zelle des Organismus die Möglichkeit zur Reproduction der Totalität mit ihrer mannigfachen Gliederung gegeben ist“ für das Thierreich nicht beistimmen können; da es den Anschein hat, als ob nach einer einmal vollzogenen Theilung der Hauptfunctionen eine Reproduction des Ganzen aus einem Theile allein nicht mehr möglich sei. Dieses scheint aus der Be-theiligung aller Leibesschichten (Keimblätter) bei der Knospenbildung hervorzugehen.

Die Fähigkeit der Reproduction, welche Vöchting jeder vegetativen Pflanzenzelle zuschreibt, kommt bei den mehrzelligen thierischen Organismen nur einer einzigen Zellenart zu, und dies sind die Geschlechtsstoffe. Auch hier geht der Vereinigung aller Theilproducte einer Zelle (Eizelle nach der Befruchtung) in ein Individuum höherer Ordnung eine Individualisirung jeder einzelnen durch Theilung entstandenen Zelle voraus, da die definitiven Eier durch Teilung der Ureier sich bilden. Diesen Vorgang hat Pflüger²⁾ schon mit dem Generationswechsel verglichen, der in der That Nichts weiter ist, als die Individualisirung von Theilproducten, die unter günstigen Bedingungen eine Selbständigkeit erlangen.

Es ist nun offenbar nöthig, dass den Geschlechtsstoffen alle das Leben characterisirenden Eigenschaften zukommen, und dass nicht etwa eine Bindegewebs- oder Muskelzelle Zellencolonien durch

1) H. Vöchting: Ueber Organbildung im Thierreich; Bonn 1878, pag. 255.

2) Pflüger: Ueber die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen; pag. 58.

Theilung erzeugen könne, in denen auch noch Drüsen, Nerven und die mannichfachen Gewebstheile höherer Thiere enthalten sind. Ist es entwicklungsgeschichtlich wahrscheinlich zu machen, dass die Zellen, von denen die Geschlechtsstoffe durch einfache additionelle Theilung sich ableiten, vor jeder histologischen Differenzirung und unbetheiligt an der in der Keimblätterbildung ausgesprochenen Arbeitstheilung aus dem befruchteten Ei zum Zweck der Erhaltung der Art gesondert wurden?

Wir glauben dies bis zu einem gewissen Grade in den beschreibenden Theilen und namentlich durch unsere Beobachtungen an den Larven der Batrachier nachgewiesen zu haben. Es sei hier unsere Aufgabe, aus der Literatur noch weitere Beweise beizubringen.

Den embryonalen Character unserer Geschlechtszellen hat Götte¹⁾ schon mehrfach in seinem Werk über die Entwicklung der Unke erwähnt; auch dass die Dottersubstanz aus diesen Zellen später schwinde als in allen aus den Embryonalanlagen hervorgehenden Körpertheilen. Indem er aber später die ganze Geschlechtsleiste sammt dem Fettkörper auf die „Geschlechtszellen“ zurückführt, entzieht er uns den Boden eines zwingenden Beweises, und so kommt es wohl, dass Götte selbst auf den embryonalen Character der Geschlechtszellen kein Gewicht legt. Wir konnten aber nachweisen, dass nur die Ureiernester aus den Geschlechtszellen hervorgehen und alles Uebrige: Oberflächenepithel, bindegewebige Hüllen der Geschlechtszellen von dem Peritonealepithel sich ableitet, dessen proteusartige Gestaltungen durch die entwicklungsgeschichtlichen Funde der letzten Jahre hinlänglich bekannt sind. Man denke an die flachen sogenannten Endothelien, die Wimperzellen des Peritoneums weiblicher Frösche, die Eileiterdrüsen, die Epithelien der Niere, den Fettkörper, alles Abkömmlinge des Zellenbelags der Bauchhöhle.

Wir haben an verschiedenen Stellen schon darauf hingewiesen, dass man für die höheren Thiere wohl schwerlich wegen des Mangels hervortretender embryonaler Charactere ihrer Geschlechtszellen einen Beweis wird erbringen können; dagegen liefert die Entwicklungsgeschichte niederer Thiere brauchbares Material.

So berichtet Leuckart²⁾ über die Entstehung der Geschlechts-

1) A. Goette: Die Entwicklungsgeschichte der Unke; pag. 31, 831.

2) R. Leuckart: Die menschlichen Parasiten; Bd. II, pag. 65.

drüsen der Nematoden, dass die Anlage bei Männchen und Weibchen dieselbe sei und weiter wörtlich: „Vor vollständiger Entwicklung der Embryonalanlage besitzen die Zellen — die Anlage der Geschlechtsdrüsen — eine grobkörnige Beschaffenheit und eine frappante Uebereinstimmung mit den übrigen Embryonalzellen, dass man deren directe Abstammung von diesen Gebilden nicht bezweifeln kann“. Die Gebrüder Hertwig¹⁾ konnten bei Medusen die Geschlechtsorgane von Zellen ableiten, die vereinzelt im Bereich der Magentaschen unter dem Ectoderm gelagert waren, und gestützt auf diesen Befund, suchten sie die Annahme wahrscheinlich zu machen, dass weder die geschlechtliche Differenzirung mit der Keimblätterbildung in Beziehung stehe, noch eine Nöthigung vorliege, die Entwicklung der Geschlechtsorgane in der ganzen Thierreihe in gleicher Weise mit dem einen oder dem anderen Keimblatt in Zusammenhang zu bringen. Schon vor dieser Arbeit der Gebrüder Hertwig war durch J. Ciamician²⁾ die durch von Beneden aufgestellte Hypothese von dem männlichen Character des Ectoderms und dem weiblichen des Entoderms widerlegt worden, da Ciamician durch directe Beobachtung nachgewiesen hatte, dass es Formen unter den Hydroiden gebe, bei denen jene behauptete Regelmässigkeit der örtlichen Ableitung von Ei und Samen nicht zutreffe: indem bei *Tubularia* beides aus dem Ectoderm; bei *Eudendrium* die Eier aus dem Ectoderm, die Spermatozoonen aus dem Entoderm sich bilden. Vor dem Erscheinen der Hertwig'schen Arbeit hatte ich in der Sitzung der Niederrheinischen Gesellschaft zu Bonn vom 22. Juli 1878 und in der Sectionssitzung für Anatomie und Physiologie vom 16. September 1878 auf der Naturforscher-Versammlung zu Cassel die Grundzüge meiner jetzt vorliegenden Arbeit vorgetragen und durch Abbildungen erläutert. Ich glaube also vor den Gebrüdern Hertwig den unsere dritte Frage tangirenden Gedanken ausgesprochen und ihn wahrscheinlicher gemacht zu haben, als es das Beweismaterial der Gebrüder Hertwig erlaubt. Doch möchte ich auf Priorität weniger

1) O. und R. Hertwig: Der Organismus der Medusen und seine Stellung zur Keimblättertheorie; Jena 1878; pag. 17 und 36.

2) J. Ciamician: Zur Frage über die Entstehung der Geschlechtsstoffe bei den Hydroiden; Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie, Bd. XXX, pag. 501.

Anspruch erheben, als dem aufrichtigen Gefühl der Befriedigung Ausdruck verleihen, dass auch das von anderer Seite gelieferte Beobachtungsmaterial für die Richtigkeit unserer Annahme spricht.

Was meine Beobachtungen sachlich nun vor denen der Gebrüder Hertwig voraus haben ist in dem lang erhaltenen embryonalen Zustand der Geschlechtszellen bei den Batrachiern zu suchen, der den „Geschlechtszellen“ der Medusen fehlt; diese Eigenthümlichkeit macht es sicher, dass die Geschlechtszellen nicht von solchen Zellen abstammen, die schon den embryonalen Character abgelegt und vielleicht schon irgend welche Gewebsformation gebildet haben. Das konnte an dem Material der Gebrüder Hertwig nicht nachgewiesen werden.

Das weitere Beweismaterial für die Behauptung der absoluten Unabhängigkeit der Geschlechtszellen von einem der drei Keimblätter, wohin sie nur aus irgend welchen Gründen verlagert worden seien, ist weder in der Arbeit der Gebrüder Hertwig, noch in der meinigen zu finden. Es würde auch ein nutzloses Bemühen sein, bei Wirbelthieren diesen Beweis erbringen zu wollen. Es gibt aber Beobachtungen an niederen Thieren, die unsere Annahme sehr wahrscheinlich machen.

Von der Entwicklung der *Moina rectirostris* berichtet C. Grob-
ben¹⁾, dass vor der Sonderung der drei Keimblätter schon „die Genitalzelle“ kenntlich sei, und aus dieser die Geschlechtsdrüsen durch fortgesetzte Theilung entstehen. Auch ist von Grob-
ben die Verlagerung der getheilten Genitalzelle in das Innere des Körpers direct beobachtet worden. Bei der immer noch nicht beseitigten Unsicherheit über die Ableitung des Mesoderms bezeichnen die Grob-
ben'schen Beobachtungen gewiss einen Fortschritt unserer Kenntnisse gegenüber dem von früheren Autoren eingenommenen Standpunkte, demzufolge dieses Keimblatt bei niederen Thieren mit den Anlagen der Geschlechtsdrüsen zugleich aus zwei symmetrisch gelagerten, sogenannten Mesodermzellen hervorgehen sollte.

Was nun die Stellung anlangt, welche Kölliker²⁾ zur Keimblättertheorie einnimmt, indem er sagt: „Es gibt keine einfachen

1) C. Grob-
ben: Entwicklungsgeschichte der *Moina rectirostris*; Arbeiten aus dem zool. Institute der Universität Wien etc. II. Bd., pag. 203 sqq.

2) A. Kölliker: Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere, II. Aufl., pag. 390 u. 388.

histologischen Primitivorgane, vielmehr besitzen wahrscheinlich alle Keimblätter potentia die Fähigkeit alle Gewebe zu erzeugen," und weiter: „Es kann daher nicht auffallen, wenn das spätere, mittlere Keimblatt auch die Epithelien der Urniere und der Geschlechtsdrüsen erzeugt," so müssen wir bekennen, dass wir dieser Auffassung nicht beitreten können. Wir erklären das Entstehen verschiedenartiger Gewebsformationen aus einem Keimblatt durch eine in dieser morphologischen Einheit vollzogene Zusammenlagerung verschiedenartiger Zellen. Auch noch später kommen derartige Verlagerungen vor, wie die Entstehungsgeschichte des Auges beweist. Die Entwicklung der Geschlechtsdrüsen im Bereich des mittleren Keimblattes erklären wir demgemäss durch die dorthin gerichtete Einwanderung der Geschlechtszellen, welche auf diese Weise in eine geschützte Körperhöhle deponirt werden.

Embryologische Studien an niederen Thieren machen es wahrscheinlich, dass die Anlagen der Geschlechtsdrüsen schon früh vor jeder Arbeitstheilung der Zellen aus den zum Aufbau des Thierleibes verbrauchten Furchungskugeln abgesondert werden. Wir glauben den Nachweis geliefert zu haben, dass aus den Geschlechtszellen nur die Geschlechtsstoffe hervorgehen, und dass aus dem Peritonealepithel nur diejenigen Apparate sich bilden, welche gesondert die Functionen übernehmen, die vorher von der primitiven Bauchhöhle summarisch geleistet wurden.

Es theilt sich demgemäss das gefurchte Ei in das Zellenmaterial des Individuums und in die Zellen für die Erhaltung der Art. In beiden Theilen geht die Zellenvermehrung continuirlich weiter; nur tritt im Leibe des Individuums die Arbeitstheilung hinzu, während in seinen Geschlechtszellen sich eine einfache additionelle Theilung vollzieht. Die beiden Zellengruppen und ihre Abkömmlinge vermehren sich aber durchaus unabhängig von einander, so dass die Geschlechtszellen an dem Aufbau der Gewebe des Individuums keinen Antheil haben, und aus dem Zellenmaterial des Individuums keine einzige Samen- oder Eizelle hervorgeht. Nach der Abspaltung der Geschlechtszellen sind die Conti des Individuums und der Art völlig getrennt, und wir glauben aus diesem Verhalten die „Constanz“ der Art, d. h. die in der Erscheinung des Atavismus gipfelnde Zähigkeit, mit der sich die Eigenthümlichkeiten der Vorfahren vererben, begreiflicher zu finden. Denn Samen und Ei stammen nicht von dem Zellenmaterial des elter-

lichen Organismus ab, sondern haben mit ihm gleichen Ursprung; da sie aber in ihm aufbewahrt werden, so sind sie auch den Bedingungen unterworfen, welche auf den elterlichen Organismus modificirend einwirken, weshalb die Vererbung der „erworbenen“ Eigenschaften nicht ausgeschlossen ist.

Die Differenzirung des Geschlechts ist nicht die Uebertragung zweier vorher vereinten Functionen an zwei verschiedene Abkömmlinge einer Uranlage; sie ist vielmehr die Variation homologer Zellen zur besseren Vollziehung der Conjugation. Ei und Samenkörper gehen durch verschiedenartige Entwicklung gleichwerthiger Zellen hervor, und die erste Verschiedenheit des Geschlechts beruht einfach in einer weitergehenden Theilung der „männlichen“ Geschlechtszellen, wie wir es bei den Pflanzen und beim Studium der Ei- und Samenentwicklung selbst der höchst organisirten Thiere deutlich gewahren. Dann kommt die Umwandlung der männlichen und weiblichen Zeugungsstoffe hinzu: die Eizelle wird passiv, und die Samenzelle vertauscht die trägere amoeboiden Beweglichkeit mit der Flimmerung. Erst bei ganz hoher Organisation tritt der Unterschied in der Art der Aufspeicherung der Zeugungsstoffe, die verschiedenartige Bindegewebsentwicklung in den Geschlechtsdrüsen, die Entwicklung und Modification der Ausführungsgänge hinzu; Körperanhänge, äussere Leibesform, die Instincte, der Intellect variiren zur besseren Leistung der Aufgaben, welche durch die Umwandlung der Zeugungsstoffe „dem Manne“ und „dem Weibe“ zugefallen sind.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel I, II, III, IV.

Tafel I.

Fig. 1. Geschlechtszellen der Larve von *Rana fusca* zu Anfang Mai. Der Kern der Zellen ist unter den zahlreichen glänzenden Dotterplättchen noch nicht sichtbar geworden; die Zellen selbst sind von kleineren Peritonealzellen umgeben, in denen keine Dotterelemente mehr vorhanden und deren Kerne (bei h) deutlich sichtbar sind. Alcoholpräparat; Zeiss F, Oc. I.

- Fig. 2. Geschlechtszellen der Larve von *Rana fusca*, einige Tage älter als die vorige. Die Dotterplättchen sind beinahe vollständig aufgelöst; der Kern und die umhüllenden Peritonealzellen (h) treten deutlicher hervor. Alkoholpräparat, zerzupft; Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 3, 4 und 5. Geschlechtszellen der Larve von *Rana fusca*, Mitte Mai. Die Dotterplättchen sind vollständig geschwunden; in Fig. 4 und 5 erkennt man Theilung des Kernes der Geschlechtszelle innerhalb ihrer peritonealen Hülle. Alkoholpräparat, zerzupft; Zeiss F. Oc. I.
- Fig. 6, 7 und 8. Geschlechtszellen der *Rana fusca* gegen Ende Mai. Die Hüllenzellen sind nicht deutlich zu erkennen. Frisch in Jodserum zerzupft; Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 9, 10, 11 und 12. Geschlechtszellen der *Rana fusca* gegen Ende Mai. Man erkennt die Hülle der einzelnen Nester (Pflüger'sche Schläuche) deutlich; die Zellen in den Nestern haben sich etwas von der Wand durch Schrumpfung zurückgezogen. Alkoholpräparat, zerzupft; Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 13. Geschlechtszellen der *Rana fusca* zu Anfang Juni. Bei g ist noch eine Zelle des nicht vollständig in der Zeichnung dargestellten Nestes in dem vorhergehenden Stadium (cf. Fig. 10, 11 und 12) erhalten. Bei g ist das Protoplasma der Zelle körnig; der Kern homogen mit einem Kernkörperchen. Der Leib der übrigen Zellen ist durchsichtig geworden; ihre Kerne sind im frischen Zustande grob granuliert und schrumpfen in absolutem Alcohol in der dargestellten Weise zusammen.
- Fig. 14. Theil eines Pflüger'schen Schlauches (Nestes) mit den grob granulierten Kernen in den einzelnen Zellen. Die Kerne der Kapselhülle bei h. Aus der Geschlechtsdrüse der Larve von *Rana fusca* zu Anfang Juni. Alkoholpräparat, zerzupft; Zeiss F, Oc. I (wie Fig. 13).
- Fig. 15. Aus dem unteren fadenförmigen Theile der Geschlechtsdrüse der vierbeinigen Larve von *Bufo cinereus* gegen Mitte Juni. Bei g maulbeerförmige Kerntheilung. Zerzupfungspräparat aus absolutem Alcohol; Zeiss CC, Oc. III.
- Fig. 16. Aus einem feinen Schnitt ebendaher. Alkoholpräparat; Zeiss CC, Oc. III.
- Fig. 17a. Aus einem feinen Schnitt von derselben Abtheilung der Geschlechtsdrüse. Der Alcohol hat nicht so intensiv eingewirkt wie bei Fig. 16; man sieht die Zellengrenzen. Die Hülle ist nicht abgehoben; ihre Kerne (h) deutlich sichtbar. Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 17b. Von der entsprechenden Stelle eines stark im absoluten Alcohol geschrumpften Präparates. Die Zellengrenzen sind nicht zu erkennen; die Hülle ist weit vom Inhalt abgehoben.
- Fig. 18—22. Aus dem vorderen verdickten Ende der Geschlechtsdrüse (rudimentäres Ovarium) zweibeiniger Larven von *Bufo cinereus*. Die Figur 18 stammt von jüngeren Exemplaren als die folgenden; hier

liegen die Eizellen E sammt ihrer Membrana granulosa F noch in einer gemeinsamen bindegewebigen kernhaltigen (h) Hülle. Im absoluten Alcohol hat sich der Inhalt von der Hülle abgehoben; das Ganze entspricht einem Pflüger'schen Eischlauch, in dem der Durch- und Umwachsungsprocess, die Bildung einer bindegewebigen Hülle für jedes Ei, noch nicht stattgefunden hat. In den kleineren Eiern bemerkt man nur ein Keimbläschen, in den grösseren bisweilen zwei oder mehrere; so in Figur 18 bei E oben, ebenso in Figur 19. Bei den Exemplaren, von denen die in Figur 20, 21 und 22 dargestellten Präparate stammen, war jedes Ei schon von einer bindegewebigen Hülle, der Follikelmembran, umgeben. In Fig. 20 liegen zwei Eier in einer Follikelmembran. Man muss mit Berücksichtigung der Grössenverhältnisse der Eier, in denen nur ein Keimbläschen vorkommt, solcher, deren Keimbläschen sich theilt und der Follikel worin zwei Eier gefunden werden, annehmen, dass noch Theilungen von Eizellen vorkommen, die sich schon mit Follikelepithel umgeben haben. In Fig. 20 ist die bindegewebige Hülle vom Inhalt abgehoben; in Fig. 21 und 22 ist dieselbe gar nicht dargestellt worden, Alcoholpräparate bei Zeiss F, Oc. I entworfen.

Fig. 23. Ein Ei mit seinen Hüllen aus dem vorderen Abschnitte der Geschlechtsdrüse einer vierbeinigen Kröte (*Bufo cinereus*) vom 12. Juni. (Der Schwanz war schon abgeworfen.) Zerpupfungspräparat aus absolutem Alcohol; Zeiss F, Oc. I (vergl. von la Valette St. George, dieses Archiv Bd. XII, Tafel 35, Fig. 74); h Kerne des Follikelepithels; F Kerne des Follikelepithels.

Fig. 24 und 25. (g) Geschlechts- und (h) Hüllzellen von 3,5 cm langen Larven des Triton cristatus aus 2% doppelt chromsaurem Ammoniak isolirt. Zeiss F, Oc. I.

Fig. 26. Aus der Geschlechtsdrüse einer 6 cm langen Larve von *Salamandra maculata*. Es sind fertige Eier vorhanden, wie in der Figur dargestellt. Es kommen aber auch die Vorstufen dazu, wie sie von *Rana fusca* in Fig. 17a dargestellt worden, vor. In den Schläuchen sind aber nicht alle Zellen zugleich in maulbeerförmiger Kerntheilung, so dass ich bei der Anfertigung der Zeichnung in den mir zu Gebote stehenden Präparaten dieselbe übersehen habe. Nachdem ich aber alle meine Präparate zur Controle mit den Zeichnungen nochmals revidirte, fand ich an einigen Stellen in langgestreckten Pflüger'schen Schläuchen mit vier bis fünf Eiern noch eine oder zwei Zellen, deren Kern sich „maulbeerförmig“ theilte. Um diese Zellen war noch kein Follikelepithel gelagert; die Keimbläschen der fertigen Eizellen im Schlauche waren rund begrenzt, die Eier selbst von ihrem Follikelepithel umgeben. Auch hier waren die Keimbläschen der kleineren Eier rund und einfach; in grösseren Eiern kamen Theilungsstadien oder zwei völlig getrennte Keimbläs-

chen vor; genau wie es vorher vom vorderen verdickten Ende der Geschlechtsdrüse bei den Bufonenlarven angegeben wurde. — Schnitt durch die in absolutem Alcohol erhärtete Drüse, Zeiss CC, Oc. I.

- Fig. 27. Flächenschnitt von der in Alcohol erhärteten Geschlechtsdrüse einer 6 cm langen Larve von *Salamandra maculata*, um das Vorhandensein eines „Endothels“ in dieser Zeit zu demonstrieren. Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 28^a, 28^b, 29 u. 30. Aus doppelt chromsaurem Ammoniak isolirte Hüllen der Geschlechtszellen einer 3 cm langen Larve von *Salamandra maculata*.
- Fig. 31. Flächenschnitt von der Geschlechtsdrüse einer 1,5 cm langen jungen Forelle mit Dottersack. Die Geschlechtszelle g^1 liegt noch im Niveau der Peritonealzellen; g^2 wird von ihnen umwachsen. Bei g^2 sind nicht alle deckenden und benachbarten Peritonealzellen gezeichnet, um eine bessere Ansicht von der tiefer gelegenen Geschlechtszelle geben zu können. Ansicht von der Bauchfläche. Alcoholpräparat. Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 32. Theilung einer Geschlechtszelle von einer etwas älteren Forelle. Zerzupfungspräparat. Die Hüllzellen auf der Oberfläche der getheilten Geschlechtszelle sind nicht dargestellt. Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 33. Ein Pflüger'scher Schlauch, hervorgegangen durch fortgesetzte Theilung einer Geschlechtszelle. Junge Forelle ohne Dottersack 5,3 cm lang vom 9. Mai (Beckenniere angelegt; Vorniere persistirt; zwischen beiden ein frei verlaufendes Stück der Wolff'schen Gänge). Auch in diesem Zerzupfungspräparat sind die Hüllzellen an der Oberfläche nicht dargestellt. In Jodserum frisch untersucht; die Grenzen der einzelnen Zellen nicht deutlich sichtbar. Zeiss F, Oc. I.

Tafel II.

- Fig. 34. Aus einem Querschnitt eines 4 mm langen ca. vierwöchentlichen, bei 3° R. angebrüteten Forellenembryo's aus der Mitte des Körpers. (Die Urwirbel stellen hohle Blasen dar; die Chorda dorsalis ist kleinzellig; Augen- und Ohrblase angelegt. In allen Zellen stecken noch viele Dotterkörner. Im vorderen Drittel des Rumpfes ist der Wolff'sche Gang noch nicht geschlossen. Das Stadium entspricht also dem von Rosenberg in seinen Untersuchungen über die Teleostiierniere vom Hecht in Figur 1 abgebildeten.) In 2% doppelt chromsaurem Ammoniak gehärtet und mit Carmin tingirt. Zeiss CC, Oc. III. W der Wolff'sche Gang der rechten Körperhälfte; g, Geschlechtszellen; Hypobl., das Darmdrüsenblatt; P, das Darmfaserblatt; P.S., die Pleuroperitonealspalte; A, die Aorta.
- Fig. 35. Frisches in Jodserum isolirtes Präparat des Wolff'schen Ganges mit seinem Ueberzug von Peritonealzellen (P) und Geschlechtszellen (g) von einem 1 cm langen Forellenembryo. Rechts ist der Wolff'sche

Gang (W) im optischen Längsschnitt gezeichnet, um zu zeigen, dass an der Stelle, wo die Geschlechtszellen sich finden, der Gang keine Wimperzellen führt, wie in seinem vorderen Abschnitt. Zeiss CC, Oc. III.

- Fig. 36. Aus einem Querschnitt durch die entsprechende Gegend eines ungefähr gleich alten Forellenembryo's in 2% doppeltchromsaurem Ammoniak gehärtet und in Carmin gefärbt. Die Geschlechtszelle g liegt auf niveau der Peritonealzellen P. W, Wolff'scher Gang. Zeiss CC, Oc. III.
- Fig. 37. Aus einem Querschnitt durch dieselbe Gegend (Rückenflosse) einer gleichbehandelten 2 cm langen Forelle. Die Geschlechtszelle g ist von den Peritonealzellen h umwachsen. Zeiss CC, Oc. III.
- Fig. 38. Flächenschnitt von der Oberfläche der Geschlechtsdrüsenanlage einer 2 cm langen Forelle, in absolutem Alcohol erhärtet. Die Peritonealzellen auf der Oberfläche der Geschlechtszellen (g) sind nicht dargestellt. Zeiss F, Oc. II.
- Fig. 39. Grosser Theil der isolirten Geschlechtsdrüse einer 2 cm langen Forelle. Die Peritonealzellen auf der Oberfläche der Geschlechtszellen (g) sind nicht gezeichnet. Man erkennt Theilungsvorgänge der Geschlechtszellen. Zeiss CC, Oc. III.
- Fig. 40. Ein Stück der isolirten Geschlechtsdrüse einer 2,4 cm langen Forelle ohne Dotter. Die Geschlechtszellen (g) bilden weit von einander getrennte Nester, auf deren Oberfläche die Peritonealzellen in der Zeichnung nicht wiedergegeben sind. Zeiss CC, Oc. III.
- Fig. 41. Längsschnitt durch einen Theil der Geschlechtsdrüse einer 2,5 cm langen Forelle, etwa 14 Tage älter als die vorige. Alcoholpräparat, Zeiss CC, Oc. III.
- Fig. 42. Eischlauch von einer erwachsenen *Gadus lota* im November. Die Kerne der Hülle bei h, die Primordialeier bei g.
- Fig. 43. Flächenschnitt von der Oberfläche der Geschlechtsdrüsenanlage einer Larve von *Rana fusca*; 9. Mai. Alcoholpräparat. Zeiss F, Oc. I.

In den folgenden Figuren bedeutet wie in den Arbeiten von la Valette St. George's

Fk, Follikelkern (auf Tafel III ist durch ein Versehen F dafür gesetzt)

Ck, Cystenkerne,

Sg, Spermatogonie,

Scyt, Spermatocyte,

Scyst, Spermatocyste,

Fh, Follikelhaut.

- Fig. 44. Feiner Schnitt durch eine langgezogene Hodenampulle des *Bombinator igneus* im Juli. Im Lumen dieser eben entleerten Ampulle liegen noch vereinzelte reife Samenfäden, Ssm; alle Spermatogonien in einer Follikelhaut eingeschlossen; manche in maubbeerförmiger Kerntheilung; an zwei Stellen schon viele Spermatocyten im Follikel: eine Cystenhaut hat sich noch nicht gebildet. Alcoholpräparat.

- Fig. 45. Von der Eierstocksoberfläche der *Rana esculenta* im November. Das Endothel geht continuirlich über Eianlagen und reife Eier hinweg. Alcoholpräparat, versilbert. Zeiss CC, Oc. III.
- Fig. 46. Von der Eierstocksoberfläche der *Rana esculenta* Ende März. Ueber die Eianlagen zieht continuirlich das Endothel hin. Einfache Theilungen bei a, maulbeerförmige bei b. Zwischen den gleichgrossen Zellen keine kleineren vorhanden. Alcoholpräparat, versilbert. Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 47. Von der Oberfläche des Eierstocks im August — *Rana esculenta*. — Das Endothel zieht continuirlich über die in maulbeerförmiger Kerntheilung begriffenen Eianlagen hin. Die Grenzen der Zellen sind schwer sichtbar, aber bestimmt vorhanden. Alcoholpräparat, versilbert und mit Carmin tingirt. Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 47a. Zellen aus einem Pflüger'schen Schlauch in der Geschlechtsdrüse einer 5,5 cm langen *Tinca chrysis*. Alcoholpräparat. Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 47b. Maulbeerförmig getheilter Kern ebendaher. Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 48. Maulbeerförmig getheilter Kern aus dem Ovarium von *Bombinator igneus*.
- Fig. 49. Eine Spermatogonie in ihrer Follikelhaut von *Rana esculenta*, Ende Juli. Frisch in Humor aqueus des Thieres untersucht. Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 50. Ein in Humor aqueus des Thieres isolirter maulbeerförmig getheilter Kern aus dem Hoden des *Bombinator igneus*. Juli. Zeiss F, Oc. I.
(Vergl. v. le Valette St. George: Dieses Archiv, Bd. XII, Tafel 35, Figur 36, 68 und 36a.)

Tafel III.

- Fig. 51. Follikel (Samenzellengruppe in einer kernhaltigen Kapsel) aus dem Hoden von *Cyprinus erythrophthalmus*. Isolationspräparat in 5% molybdänsaurem Ammoniak conservirt. November. Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 52. Ein junges Ei mit seinem Follikelepithel aus dem abgelaichten Eierstock eines grossen Exemplares von *Gadus lota*. Die Membrana Folliculi ist nicht dargestellt. Präparat 5 Minuten lang mit 0,1% Ueberosmiumsäure behandelt und sofort untersucht. Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 52a. Profilsicht des Follikelepithels eines ausgedrückten Eies von 0,15 mm Durchmesser. Von demselben Eierstock wie Fig. 52. Osmiumpräparat. Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 53. Aus dem Hoden von *Bombinator igneus* am 25. Juli. Alcoholpräparat in verdünntem Glycerin untersucht. Ein Samenfollikel mit seinen beiden Häuten, der Follikel- und Cystenwand; m Kerne der Ampullenwand. Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 54. Aus dem Hoden von *Lacerta agilis*. 23. Juni. Alcoholpräparat in verdünntem Glycerin untersucht. — Ein Samenfollikel. — m, Kerne der Membrana propria eines Hodenkanälchen. Zeiss F, Oc. III.

- Fig. 55. Eine Spermatogonie mit Follikelhaut der Membrana propria des Hodenkanälchens aufsitzend von einer einjährigen *Rana esculenta*.
- Fig. 56. Feiner Schnitt durch einen in absolutem Alcohol erhärteten Hoden einer jungen *Rana platyrhinus* vom 27. Juli. Es ist ein Hodenkanälchen mit seinem Ausführungsgang getroffen. Im Hodenkanälchen liegen Spermatogonien und ihre Derivate von Follikelzellen eingeschlossen. Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 57. Aus dem in absolutem Alcohol erhärteten Hoden einer jungen Krähe vom 30. Mai. Zeiss F, Oc. I. (NB. Die grössten Eifollikel eines gleich alten Weibchen haben $60\ \mu$ im Durchmesser.)
- Fig. 58. Ein junges Ei einer Ende Juli untersuchten *Lacerta agilis*. Das Follikelkelephel bildet noch eine einfache Lage gleicher Zellen. Osmiumsäurepräparat in verdünntem Glycerin untersucht. Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 59. Eine Samencyste von *Tenebrio molitor*. August. Isolationspräparat in Jodserum untersucht. Zeiss CC, Oc. I.
- Fig. 60. Eine eröffnete Samencyste von *Tenebrio molitor*. Die Samenfäden sind nicht vollständig dargestellt. Isolationspräparat. August. In Jodserum untersucht. Zeiss F, Oc. I. (Vergl. von la Valette St. George, dieses Archiv Bd. X, Tafel 35, Figg. 43—47.)
- Fig. 61. Feiner Schnitt aus dem Hoden eines jungen *Cypselus apus*. Alcoholpräparat. Sg. eine in Theilung begriffene Spermatogonie; links davon eine ungetheilte. Alle Spermatogonien oder ihre Derivate von Follikelzellen umhüllt. Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 62. Schnitt durch ein 2 mm grosses Ei der *Lacerta agilis*. In 2% doppelt chromsaurem Kali und dann in Alcohol erhärtet. F das aus zwei Zellenarten bestehende Follikelkelephel; Z die Zona pellucida; D der Dotter.
- Fig. 63. Aus dem Eierstock der *Rana fusca* vom Ende Juli. Alcohol-Carminpräparat; Zeiss F, Oc. I. M eine in maulbeerförmiger Kerntheilung begriffene Eianlage; E fertiges Ei; F Kern der Follikelzellen.
- Fig. 64. Von der Oberfläche des Eierstocks der *Rana esculenta* zu Ende November. Versilbertes Alcoholpräparat.
- Fig. 65. Aus dem Eierstock von *Bufo cinereus* drei Tage nach dem Laichen; g eine Eianlage mit ungetheiltem; M mit maulbeerförmig getheiltem Kern. h Hüllzellen. Das Endothel der Oberfläche ist nicht dargestellt.
- Fig. 66. Von der Hodenoberfläche einer *Rana fusca* aus der Mitte October. Das Präparat ist bei der Einstellung dicht unterhalb der Membrana propria eines Hodenkanälchens gezeichnet. Man sieht die durch die Samenfollikel hervorgebrachte Felderung und die der Membrana anliegenden Spermatogonien; bei Ck schimmert ein dem Lumen des Hodenschlauches näher gelegener Cystenkern durch. Alcoholpräparat; Zeiss F, Oc. II.
- Fig. 67. Von der Hodenoberfläche einer *Rana fusca* im November. Die

Spermatogonien sind theils in maulbeerförmiger Kerntheilung bei M; theils sind sie schon mit Follikelzellen umgeben Sg; andere befinden sich in ihrer Follikelhaut schon wieder in maulbeerförmiger Kerntheilung. Alcoholpräparat; Zeiss F, Oc. I.

- Fig. 68. Von der Oberfläche des Eierstocks einer *Rana esculenta* im November. Versilbertes Alcoholpräparat.
- Fig. 69. Aus dem Hoden von *Rana fusca* im October. Die Spermatogonien bilden Ketten dicht an der Membrana propria der Hodenschläuche; einige, M, haben maulbeerförmig getheilte Kerne. Feiner Schlauchquerschnitt aus einem Alcoholpräparat; Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 70. Aus dem Hoden von *Rana fusca* im August. Unterhalb des Samenfollikels, dessen Cystenkerne bei Ck, eine in Theilung begriffene Spermatogonie. Alcoholpräparat, feiner Schnitt; Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 71. Aus dem Hoden von *Rana fusca* zu Anfang April. Ein entleerter Samenfollikel, dessen Cystenkerne bei Ck undeutlich oberhalb einer in Theilung begriffenen Spermatogonie hervorschimmern. Alcoholpräparat; feiner Schnitt; Zeiss F, Oc. I.

Tafel IV.

- Fig. 72. Die Unterfläche des abgehobenen Eierstocksepithels eines 3 Monat alten Hundes. Bei x die Lücken der herausgezerrten Pflüger'schen Eischläuche; bei g ein maulbeerförmig getheilter Kern. Zerpupungspräparat eines in 0,1 % Osmiumsäure 24 Stunden aufbewahrten Eierstocks. Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 73. Feiner Schnitt aus dem Hoden von *Cyprinus erythrophthalmus* im November. Die Figur ist in der Lithographie nicht correct wiedergegeben worden. So geht der Contour des ersten rechts oben gelegenen Kernes der Membrana propria des nur theilweise dargestellten Hodenacinus irrthümlich in den kleinsten Follikel über, dessen Follikelkerne F nicht, wie er sollte, durch leichte Schattirung der Umgebung höher gelegen erscheint als der Inhalt des Follikels. An dem nach links gelegenen Follikel sind die äusseren Contouren der Follikelkerne gar nicht gezeichnet; ihre Lage verräth sich nur durch die leichten Biegungen in der äusseren Begrenzung des Follikels. Alcoholpräparat; Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 74. Aus dem Eierstock einer 18 cm langen *Gadus lota*, Ende März. Osmiumsäurepräparat; Zeiss Immers. M, Oc. I.
- Fig. 75. Aus dem Eierstock derselben *Gadus lota*. Ein Theil eines Pflüger'schen Eierschlauches; darin zwei Eier mit Follikelepithel; die Follikelzellen des kleinen Eies sind grösser als die des grösseren Eies. Osmiumsäurepräparat mit Carmin tingirt; Zeiss F, Oc. III.
- Fig. 76. Ein maulbeerförmig getheilter Kern einer Spermatogonie von *Cyprinus erythrophthalmus* (b). Kern eines Spermatocyten (a). Frisch in Jodserum untersucht. Zeiss F, Oc. I.

- Fig. 77, 78 und 79. Frisch in Jodserum untersuchte amoeboider Theilstücke von Samenfollikeln aus dem Hoden von *Cyprinus erythrophthalmus* im November. 77 und 78 aufeinanderfolgende Phasen desselben Präparates, worin zu Anfang die Kerne nicht wahrgenommen werden konnten.
- Fig. 80. Schlauch der Leydig'schen Zwischensubstanz aus dem Hoden eines 3 Monat alten Hundes. Osmiumsäurepräparat; Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 81. Abortive Eischläuche aus dem Ovarium einer gleich alten Hündin. Osmiumsäurepräparat; Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 82. Schnitt aus dem Hoden eines 3 Monat alten Hundes. A, Blutgefäß; LS, Leydig'sche Zwischensubstanz; H.C. Hodencanal. Zeiss A, Oc. I.
- Fig. 83. Leydig'sche Zwischensubstanz aus dem Hoden des Eichhörnchen; h Kerne der Kapsel um die Zwischensubstanzzellen. Alcoholpräparat. (v. la Valette St. George del.)
- Fig. 84. Bau der Hodencanäle einer jungen Krähe; an die gewundenen breiten Hodencanäle schliessen sich engere Tubuli recti an.
- Fig. 85. Spermatogonie — amoeboid — aus dem Hoden von *Emberiza citrinella*; Ende März frisch in Jodserum untersucht.
- Fig. 86. Versilbertes Endothel der vorderen Bauchfläche einer jungen *Rana fusca* vom Anfang Juni. Zeiss CC, Oc. I.
- Fig. 87. Wimperepithel derselben Gegend von einem erwachsenen Weibchen der *Rana fusca*. Zeiss CC, Oc. I.
- Fig. 88. Hodenschlauch von *Pelobates fuscus* aus 2%, doppelt chromsaurem Ammoniak isolirt. Zeiss CC, Oc. III.
- Fig. 89. Vier isolirte Hodenschläuche von *Pelobates fuscus* — gleichaltes Thier wie das vorige — vom 20. Juli, also etwa 4 Monate alt. Der functionelle Theil ist breiter als der ausführende. Zeiss A, Oc. III.
- Fig. 90. Keimbläschen eines Eies von *Gadus lota* mit vielen Keimflecken. In Jodserum untersucht. Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 91. Keimbläschen eines kleineren Eies von *Gadus lota* mit einem grossen und zwei kleinen Keimflecken. In Jodserum untersucht. Zeiss F, Oc. I.
- Fig. 92. Aus der Niere einer am 15. August untersuchten ♂ *Rana esculenta*; Samenfäden in der Kapsel eines Malpighi'schen Körperchen.
- Fig. 93. Netzwerk in einem Kern aus der Geschlechtsdrüse einer 3,5 cm langen Larve von *Rana esculenta*, Ende Juli. Zeiss F, Oc. III.

Seite 109 bitte zu lesen Zeile 7 v. u.

. höheren Thiere wegen des Mangels hervortretender embryonaler Charaktere ihrer Geschlechtszellen wohl schwerlich einen Beweis
